



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월06일
(11) 등록번호 10-1567120
(24) 등록일자 2015년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 29/02 (2006.01) H04B 3/32 (2006.01)
H04L 12/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7004685
(22) 출원일자(국제) 2009년08월08일
심사청구일자 2014년07월28일
(85) 번역문제출일자 2011년02월28일
(65) 공개번호 10-2011-0067019
(43) 공개일자 2011년06월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/053235
(87) 국제공개번호 WO 2010/019486
국제공개일자 2010년02월18일
(30) 우선권주장
61/088,430 2008년08월13일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
WO2007146048 A1*
JP2003174386 A*
George Ginis 외 1명, Alien Crosstalk
Cancellation for Multipair Digital Subscriber
Line Systems, Hindawi Publishing Corporation
EURASIP Journal on Applied Signal Processing
Volume 2006(2006.02.14.)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이카노스 커뮤니케이션스, 인크.
미합중국, 캘리포니아주 94538, 프리몬트, 프리몬트
트 불바드 47669
(72) 발명자
샌즈 니콜라스 피
미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 111 포프 스트리트
피셔 케빈 디
미국 캘리포니아 94303 팔로 알토 728 알래스터
에비뉴
(74) 대리인
김경희

전체 청구항 수 : 총 12 항

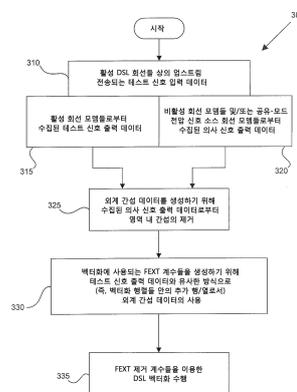
심사관 : 문해진

(54) 발명의 명칭 **벡터화된 DSL에서의 외계 간섭 제거**

(57) 요약

벡터화된 DSL 시스템은 업스트림 DSL 전송을 전달하지 않는 비활성 회선들 및/또는 활성 회선들로부터의 공유-모드 전압 신호들로부터 의사 신호들을 수집하는 것에 의해, 벡터화된 시스템 안의 활성 DSL 회선들 상의 상관 외계 간섭을 감소하거나 제거한다. 상기 수집된 의사 신호들은 상기 벡터화된 시스템 안의 활성 DSL 회선들로부터 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



의 FEXT 간섭과 같은 영역 내 간섭 및 상관 외계 간섭을 포함한다. 상기 의사 신호들로부터 상기 영역 내 간섭을 제거한 후, 잔여 외계 간섭 데이터는 상기 활성 DSL 회선들로부터의 업스트림 DSL 사용자 신호들로부터 상기 상관 외계 간섭을 제거하기 위한 DSL 벡터화에서 사용되는 FEXT 제거 계수들 등을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 상기 생성된 FEXT 제거 계수들은 트레이닝, 트랙킹 등 동안 상기 활성 회선들로부터 수집되는 영역 내 FEXT 데이터와 유사한 방식으로 사용된다. 상기 벡터화된 DSL 시스템은 하나 또는 그 이상의 벡터화 모듈들에 사적 벡터화 데이터 라우팅 장치에 결합되는 모듈들을 포함할 수 있다. 상기 벡터화 모듈들은 수집된 사용자 데이터를 주어진 DSL 톤 그룹핑에 대한 모든 모델들의 데이터에 기초하여 처리하도록 구성된 프로세싱 장치들을 포함하는 벡터 프로세서들을 채용할 수 있다. 이로써, 상기 사용자 데이터로부터 FEXT 효과가 제거되고, 상기 라우팅 장치를 이용해 상기 모델들로 벡터화된 사용자 데이터를 리턴하는데, 상기 라우팅 장치는 하나 또는 그 이상의 벡터 라우터들을 이용한 특수한 데이터 통신 네트워크일 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

벡터화된 DSL 시스템에서 업스트림 DSL 사용자 신호들로부터 상관 외계 간섭을 제거하는 방법에 있어서, 복수의 활성 회선들에 영향을 미치는 상관 외계 간섭 및 영역 내 간섭을 포함하는 수집된 의사 신호들로부터 상기 벡터화된 DSL 시스템 안의 상기 복수의 활성 회선들에 의해 생성된 상기 영역 내 간섭을 제거하는 것에 의해, 외계 간섭 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 외계 간섭 데이터를 상기 벡터화된 DSL 시스템에서 사용되는 FEXT 제거 계수들로 변환하는 단계를 포함하고,

상기 의사 신호들은 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들, 및 하나 또는 그 이상의 공유-모드 전압 신호 소스 회선들 중 하나 또는 그 이상으로부터 수집되고,

각 비활성 회선은 상기 복수의 활성 회선들 상에서 업스트림 전송을 위해 상기 복수의 활성 회선들에 의해 사용되는 업스트림 주파수 세트를 이용해 업스트림 전송을 수행하지 않는 꼬임구리쌍을 포함하고,

각 공유-모드 전압 신호 소스 회선은 업스트림-단 모뎀에 결합된 꼬임구리쌍을 포함하고, 상기 업스트림-단 모뎀은

상기 업스트림-단 모뎀에 의해 수신된 상기 공유-모드 전압 신호 소스 회선 상의 전송으로부터 공유-모드 전압 신호를 생성하도록 구성된 하이브리드를 포함하는 아날로그 전단; 및 상기 생성된 공유-모드 전압 신호들로부터 유도된 의사 신호들을 생성하는 고속 푸리에 변환 장치를 포함하는, 벡터화된 DSL 시스템에서 업스트림 DSL 사용자 신호들로부터 상관 외계 간섭을 제거하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 활성 회선들 상에 업스트림 DSL 사용자 신호들로 상기 외계 간섭 데이터로부터 변환된 상기 FEXT 제거 계수들을 적용하는 것에 의해, 상기 복수의 활성 회선들의 DSL 벡터화를 수행하는 단계를 더 포함하는, 벡터화된 DSL 시스템에서 업스트림 DSL 사용자 신호들로부터 상관 외계 간섭을 제거하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 적어도 하나의 비활성 회선은 중앙 사무소, DSLAM, 업스트림-단 회선 카드, 광학 네트워킹 장치, 페데스탈 중 하나에 위치하는 DSL 모뎀 장치에 결합된 꼬임구리쌍을 포함하는, 벡터화된 DSL 시스템에서 업스트림 DSL 사용자 신호들로부터 상관 외계 간섭을 제거하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 DSL 모뎀 장치는 상기 꼬임구리쌍에 결합된 증폭기, 상기 증폭기에 결합된 필터, 상기 필터에 결합된 아날로그 디지털 변환기, 상기 필터에 결합된 고속 푸리에 변환(FFT) 장치, 상기 FFT 장치에 결합된 패킷 인코더, 상기 패킷 인코더에 결합된 벡터 프로세서를 포함하는, 벡터화된 DSL 시스템에서 업스트림 DSL 사용자 신호들로부터 상관 외계 간섭을 제거하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들은 제1 상관 외계 간섭을 포함하는 제1 의사 신호들을 갖는 제1 비활성 회선, 및 제2 상관 외계 간섭을 포함하는 제2 의사 신호들을 갖는 제2 비활성 회선을 포함

하고, 상기 제1 외계 간섭은 상기 제2 외계 간섭과는 다른, 백터화된 DSL 시스템에서 업스트림 DSL 사용자 신호들로부터 상관 외계 간섭을 제거하는 방법.

청구항 7

복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법에 있어서,
 상기 복수의 활성 회선들 상에서 테스트 신호 입력 신호들을 전송하는 단계;
 상기 복수의 활성 회선들로부터 테스트 신호 출력 신호들을 수집하는 단계;
 영역 내 간섭 및 상관 외계 간섭을 포함하는 의사 신호들을 수집하는 단계;
 외계 간섭 데이터를 생성하기 위해 수집된 의사 신호들로부터 영역 내 간섭을 제거하는 단계; 및
 상기 외계 간섭 데이터를 이용해 상기 복수의 활성 회선들의 DSL 백터화를 수행하는 단계를 포함하고,
 상기 수집된 의사 신호들로부터 영역 내 간섭을 제거하는 단계는, 상기 외계 간섭 데이터를 생성하기 위해 상기 의사 신호들로부터 영역 내 활성 회선 FEXT 간섭을 제거하기 위해 수집된 테스트 신호 출력 신호들을 이용하는 단계를 포함하는, 복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 복수의 활성 회선들의 DSL 백터화를 수행하는 단계는, FEXT 제거 계수들을 생성하기 위해 상기 외계 간섭 데이터를 이용하는 단계 및 상기 복수의 활성 회선들 상의 업스트림 DSL 전송에 영향을 미치는 상관 외계 간섭을 감소 또는 제거하기 위해 생성된 FEXT 제거 계수들을 이용하는 단계를 포함하는, 복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 복수의 활성 회선들의 DSL 백터화를 수행하는 단계는, 업스트림 DSL 사용자 신호들에 대응하는 역상관 신호들을 생성하는 단계를 포함하는, 복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 복수의 활성 회선들의 DSL 백터화를 수행하는 단계는, 상기 복수의 활성 회선들의 모델들 및 상기 의사 신호들이 수집되는 하나 또는 그 이상의 업스트림-단 모델들 상의 복수의 회선 카드들에 결합된 백터화 장치에서 백터화를 수행하는 단계를 포함하는, 복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 백터화 장치는 수집된 업스트림 DSL 사용자 데이터 및 상기 외계 간섭 데이터를 이용해 활성 회선 DSL 전송의 백터화를 수행하고, 백터화에 사용되는 FEXT 계수 행렬 안의 행 또는 열에 영향을 미치는 외계 간섭을 생성하는 것을 포함하는, 복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 상관 외계 간섭은 무선 주파수 간섭(RFI), 모터 잡음, 전기적 잡음, 외계 DSL 회선들로부터의 혼선 간섭 중 하나 또는 그 이상의 간섭을 포함하는, 복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 복수의 활성 회선들 상에 테스트 신호들을 전송하는 단계는, 트레이닝 데이터 신호들, 트랙킹 데이터 신호들 중 적어도 하나를 보내는 단계를 포함하는, 복수의 활성 회선들을 갖는 DSL 시스템에서 DSL 백터화를 수행하는 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대체적으로 벡터화된 DSL 통신 시스템 분야에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 출원서는 미국법령 35 U.S.C. 119(e)조 및 다른 미국 법령이나 다른 법 하에서 이하의 우선권의 이익을 주장한다:

[0003] 2008년 8월 13일에 출원된 제목 "여분의 금속 쌍들을 이용한 MIMO 벡터화된 디지털 가입자회선(DSL) 시스템에 있어서의 외계 간섭의 제거 방법"인 미국 가출원번호 제 61/088,430호(대리인 사건번호 2202-p93p). 이 가출원의 개시 내용 전체는 어떠한 목적에서든 참조에 의해 여기에 모두 반영된다.

[0004] 디지털 가입자회선(DSL) 통신은 무선 주파수 간섭(radio frequency interference, RFI), 전기적 잡음 등과 같은, 혼선 및 다양한 종류의 잡음을 포함하여, 다양한 형태의 간섭을 겪고 있다. 다양한 기술들이 데이터 전송에 미치는 악영향 및 혼선 간섭을 방지하기 위해 개발되고 있다. 벡터화된 DSL은 최근 얼마동안 이러한 개발 조치 중 하나가 되고 있다. 벡터화된 DSL 시스템은 "영역 내" 소스들로부터의 혼선을 제거하는데, 이것은 상기 벡터화된 DSL 시스템의 일부인 DSL 회선들 상에서 전달되는 DSL 신호들에 의해 야기되는 혼선을 말한다. 외계 소스 간섭(즉, 벡터화된 DSL 시스템 외부 소스들로부터의 간섭)은 외계 DSL 회선 혼선, RFI, 전기적 모터 작동 등을 포함한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 각각의 DSL 회선 벡터화에 존재하는 외계 간섭의 일부 또는 전부를 제거하는 것에 의해, 개선된 벡터화된 DSL 성능 및 작동을 제공하는 시스템, 장치 및 방법은 해당 기술 분야에서 주요한 진보를 보여줄 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예들은 벡터화된 DSL시스템에서 활성 회선들로부터 상관 외계 간섭의 감소 및/또는 제거에 관련된 장치들 및 방법들을 포함한다. 의사 신호들은 "오직 잡음" 신호를 제공하는 회선들로부터 수집된다. 예를 들어, 상기 벡터화된 DSL 시스템에서 상기 활성 회선들에 사용되는 관련 주파수들에 사용되는 업스트림 DSL 전송을 수행하지 않는 일부의 회선들 및 이러한 "비활성 회선들"은 상기 의사 신호들을 획득하는 데 사용될 수 있다. 또한, 의사 신호들은 활성 회선들로부터의 공유-모드 전압 신호들로부터 유도될 수 있다. 상기 의사 신호들은 상기 벡터화된 시스템 활성 회선들로부터의 FEXT 뿐만 아니라, 상기 벡터화된 시스템 외부로부터의 상관 외계 간섭도 포함한다. DSL 벡터화 트레이닝 및 트랙킹 신호들이 벡터화를위한 FEXT 제거 계수들을 생성하기 위해 다루어지는 것과 동일한 방식으로 상기 상관 외계 간섭을 다루는 것에 의해, 상기 상관 외계 간섭은 상기 FEXT 제거 계수 행렬에 통합되어 벡터화 동안 상기 벡터화된 시스템의 활성 회선들의 상기 업스트림 신호들 상의 상기 상관 외계 간섭의 영향을 감소시키거나 제거하는 데 도움을 주기 위해 사용될 수 있다. 상기 비활성 회선들은 활성 다운스트림-단 모델이나 CPE 장치와 같은 다른 장치를 가지고 있지 않는 꼬임구리쌍일 수 있다. 여기서, 상기 비활성 회선들은 상관 외계 간섭 수집 도구로 효과적으로 행동한다.

[0007] 트레이닝, 트랙킹 또는 다른 테스트 신호들은 FEXT 제거 계수들을 생성하는 데 사용되는 상기 활성 회선들 상의 출력 신호들을 생성하기 위해 상기 활성 회선들에서 업스트림으로 보내질 수 있다. 의사 신호들은 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들로부터 수집되고 상기 활성 회선 FEXT를 제거하기 위해 활성 회선 테스트 신호 출력 신호들과 유사하게 처리될 수 있다. 상기 벡터화된 시스템에서 간섭 효과를 매핑하기 위해 잔여 신호 정보가 활성 회선들의 출력 신호들로서 사용된다. 실시예들에 있어서, 상기 의사 신호들로부터 생성된 상기 상관 외계 간섭 데이터는 FEXT 제거 계수 행렬에 하나 또는 그 이상의 열들을 추가하는 것에 의해, 벡터화에 통합된다. 따라서, 상기 상관 외계 간섭은 상기 FEXT에 영향을 받는 벡터화된 DSL 시스템에서 또 다른 장애요인으로 취급된다.

도면의 간단한 설명

[0008]

- 도 1은 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 (MIMO) 시스템이다.
- 도 2a는 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 DSL 망형태이다.
- 도 2b는 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 DSL 배치이다.
- 도 3은 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들을 도시한 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들이 구현되는 벡터화된 DSL 시스템의 예시적인 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들에 따른 벡터화된 DSL 시스템의 블록도이다.
- 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 하나 또는 그 이상의 벡터화된 DSL 시스템의 블록도들이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 DSL 데이터 처리 흐름의 블록도이다.
- 도 8a는 벡터화가 구현될 수 있는 DSLAM 모델의 블록도이다.
- 도 8b는 본 발명의 일부 실시예들에 있어서의 비활성 회선 및/또는 공유-모드 전압 신호 소스 회선으로부터 수집된 의사 신호들을 처리하는 데 필요한 최소한의 요소들을 사용하도록 확정된 DSLAM 모델의 블록도이다.
- 도 9a, 도 9b, 및 도 9c는 본 발명의 실시예들과 연결하여 사용될 수 있는 서로 다른 전단 아날로그 구성도이다.
- 도 10은 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들과 연결하여 사용되는 예시적인 데이터 전송 구성을 보여주는 블록도이다.
- 도 11은 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들에 따른 벡터 프로세서 장치의 예시적인 로직 구현을 보여준다.
- 도 12는 벡터화를 위한 의사 신호들 및/또는 사용자 데이터를 제공하는 4 개의 회선 카드들을 갖는 전용 벡터화 모듈을 보여주는 DSLAM 아키텍처를 보여준다.
- 도 13은 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들에 따른 벡터화된 DSL 시스템 내 구성요소들의 클럭 동기화를 보여준다.
- 도 14는 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들에 따른 패킷 구조의 일 예를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

본 발명은, 첨부한 도면들과 함께 이하의 상세한 설명에 의해 용이하게 이해될 것이다. 동일한 구성 요소에는 동일한 참조 부호가 사용된다.

[0010]

이하의 상세한 설명은 하나 또는 그 이상의 실시예들을 설명할 것이나, 본 발명에 이러한 실시예들에 한정되는 것은 아니다. 그보다, 상세한 설명 및 언급된 실시예(들)은 단지 설명을 위한 것이다. 당업자라면 여기에 기술된 도면들에 대한 상세한 설명은 예시의 목적으로 제공된 것이고 본 발명은 이러한 한정된 실시예들을 넘는다는 것을 용이하게 이해할 것이다.

[0011]

몇몇의 용어들은 특별한 시스템 구성요소들을 언급하기 위해 상세한 설명 및 청구항들에서 계속 사용된다. 이러한 개시는 부차적인 차이를 가지는 구성요소들 사이의 구별을 위한 것은 아니다. "결합된", "연결된" 등과 같은 문구는 2 개의 장치들, 요소들 및/또는 구성요소들 사이의 연결을 기술하기 위해 사용되고, 이것은 물리적 및/또는 전기적으로 서로 직접 결합되어 있거나 예를 들어, 하나 또는 그 이상의 중간 요소들 또는 구성요소들을 통해, 또는 적당한 경우 무선 연결을 통해 간접적으로 결합되어 있는 것을 의미한다. "칩"이라는 용어는 광범위하게 미리 정해진 방식으로 작동하는, 예를 들어 데이터를 처리하는 하드웨어 장치를 지칭하고, 다양한 종류의 이러한 장치들(예를 들어, 필드-프로그램가능한 게이트 어레이(field-programmable gate array, FPGA), 디지털 신호 처리(digital signal processing, DSP) 칩 응용-특수 집적 회로(application-specific integrated circuit, ASIC), 집적 회로(integrated circuit, IC), 등)를 포함할 수 있다. "시스템"이라는 용어는 광범위하

계 2 개 또는 그 이상의 구성요소들의 집합을 지칭하고, 전체 시스템(예를 들어, 컴퓨터 및/또는 하나 또는 그 이상의 컴퓨터들, 통신 구성요소들, 등을 포함하는 통신 시스템 또는 네트워크), 보다 큰 시스템의 일부로서 제공되는 하부시스템(예를 들어, 개인 컴퓨터 안의 서브시스템), 및/또는 이러한 시스템 또는 하부시스템의 작동에 관련된 프로세서 또는 방법을 지칭하는 데 사용될 수 있다. 본 명세서와 첨부한 청구항들에 있어서, 단수 형태인 "하나의", 및 "상기"는 분명하게 다르게 지시하지 않는 한 복수 형태를 포함한다. 다르게 정의되지 않는 한, 여기서 사용되는 기술 및 과학 용어들은 여기에 개시되고 설명되는 기술 주제와 관련된 해당 기술 분야의 당업자들과 모순되지 않는 동일한 의미를 가진다.

[0012] 명세서에서 본 발명의 "(일부의) 실시예들", "일 실시예", "실시예" 등의 언급은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되어 있는 이러한 실시예(들)와 연결되어 설명되는 특정한 특징, 구조 또는 특질을 의미한다. 따라서, 명세서 전반에 걸쳐 다양한 위치에서 나타나는 이러한 문구들은 모두 반드시 동일한 실시예를 언급하고 있을 필요는 없다.

[0013] 혼선 및/또는 다른 주요 간섭이 없는 경우, 현존하는 구리 전화 인프라는 이론적으로는 불연속 멀티톤(discrete multitone, DMT) DSL 모뎀 기술을 이용해 초당 수십에서 수백 메가비트를 대략 5000 피트 거리까지 사용될 수 있다. DMT 모뎀은 네트워크와 가입자 간에 집합적인 통신 채널을 형성하기 위해 사용가능한 대역폭을 동기화되고 디지털 QAM 데이터로 독립적으로 변조된 다수의 서브캐리어들(또는 "톤들" 또는 "주파수 빈들")로 분할한다. DMT에 기초한 DSL 시스템은 통상 주파수 분할 멀티플렉싱(frequency division multiplexing, FDM)을 이용하고, 특정 서브캐리어들을 다운스트림 전송(즉, 네트워크/CO에서 가입자/사용자로) 또는 업스트림 전송(가입자/사용자에서 네트워크/CO로)에 할당한다. 이러한 FDM 전략은 근단 누화(near end crosstalk, NEXT)의 한계가 있다. 시스템 요구조건 및 소망하는 비트 에러율을 만족시키기 위해 각각의 서브캐리어가 적당한 양의 데이터 및 전력으로 독립적으로 변조될 수 있으므로, DMT 시스템은 통상 무선 주파수 간섭(radio frequency interference, RFI) 및 다른 종류의 주파수 선택적 잡음(또는 간섭) 또는 채널 분산이 있을 때 매우 강건하다. 그러나, 그럼에도 불구하고, 이러한 RFI, 잡음 등은 DSL 시스템의 성능에 커다란 악영향을 줄 수 있다. 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, 임펄스 잡음은 통상 모든 관련 주파수들에 걸쳐있는 한편, RFI는 보통 좁은 주파수 범위에만 영향을 미친다.

[0014] 종래의 전화 바인더 케이블은 보통 10 내지 50의 비차폐 구리 꼬임쌍(unshielded copper twisted pairs)을 포함한다(이 바인더들은 그 후 더 큰 케이블로 묶어진다). 다양한 제조방식 및 불완전한 케이블 설치(예를 들어, 벤딩 등)로 인해, 심각한 수준의 원단 누화(far-end crosstalk, FEXT)가 바인더 안(및 인접 바인더들 사이)의 이러한 꼬임쌍 사이에서 발생한다. 보다 상세하게, 케이블의 건설, 설치, 및 배치의 결과로, 각각의 꼬임쌍은 케이블 안의 의미 있는 거리 안에서 바인더 안 및/또는 외부의 다른 꼬임쌍들에 물리적으로 인접하게 된다. FEXT 수준은 제조의 결과에 따라 다르지만, 본질적인 결과는 가상적으로 모든 구리 쌍들이 상기 케이블 안의 가상적으로 모든 다른 구리쌍들에 어느 정도의 FEXT를 가하고 있다는 것이다. FEXT 및 다른 간섭의 원인들에 관한 보다 상세한 설명은 다양한 등록특허들 및 특허출원들에서 찾아볼 수 있다. 특히, 이하의 등록특허들 및 공개된 출원들은 어떠한 목적에서든 여기에 참조로서 반영된다.

[0015]	문서번호	공개일	제목
[0016]	US6,512,797	01/28/03	Peak to average power ratio reduction
[0017]	US6,424,681	07/23/02	Peak to average power ratio reduction
[0018]	US6,314,146	11/06/01	Peak to average power ratio reduction
[0019]	US7,394,752	07/01/08	Joint reduction of NEXT and FEXT in xDSL systems
[0020]	US7,158,563	01/02/07	Dynamic digital communication system control
[0021]	US7,027,537	04/11/06	Iterative multi-user detection
[0022]	US6,990,196	01/24/06	Crosstalk identification in xDSL systems
[0023]	US6,829,307	12/07/04	Express bit swapping in a multicarrier transmission system

[0024]	US5,479,447	12/26/95	Method and apparatus for adaptive, variable bandwidth, high-speed transmission of a multicarrier signal over digital subscriber lines
[0025]	US20020136397	09/26/02	Crosstalk identification in xDSL systems
[0026]	US20030086362	05/08/03	Joint reduction of NEXT and FEXT in xDSL systems
[0027]	US20030086514	05/08/07	Dynamic digital communication system control
[0028]	US20070081582	04/12/07	Dynamic digital communication system control
[0029]	WO/2005/057857	06/23/05	DSL system estimation and parameter recommendation
[0030]	WO/2005/057315	06/23/05	Adaptive margin and band control
[0031]	WO/2005/057837	06/23/05	Adaptive FEC codeword management
[0032]	WO/2005/094052	10/06/05	High speed multiple loop DSL system
[0033]	WO/2005/114861	12/01/05	FEXT determination system
[0034]	WO/2005/114924	12/01/05	Incentive-based DSL system
[0035]	WO/2006/051359	05/18/06	Interference cancellation system
[0036]	WO/2006/018716	02/23/06	DSL data collection system
[0037]	WO/2006/048770	05/11/06	Communication device identification
[0038]	WO/2006/092730	09/08/06	DSL system estimation including known DSL line scanning and bad splice detection capability
[0039]	WO/2006/103557	10/05/06	DSL state and line profile control
[0040]	WO/2006/120511	11/16/06	QR decomposition in DSL equalizers using real givens rotations
[0041]	WO/2006/120521	11/16/06	DSL system estimation and control
[0042]	WO/2006/120510	11/16/06	Phantom use in DSL systems
[0043]	WO/2006/129141	12/07/06	Tonal precoding in multi-user vectored DSL transmission
[0044]	WO/2006/129140	12/07/06	DSL system training
[0045]	WO/2006/129143	12/07/06	Adaptive GDFE
[0046]	WO/2006/131792	12/14/06	User-preference-based DSL system
[0047]	WO/2006/131794	12/14/06	User-preference-based DSL system
[0048]	WO/2006/131793	12/14/06	DSL system loading and ordering
[0049]	WO/2006/131791	12/14/06	Vectored DSL nesting
[0050]	WO/2006/136883	12/18/06	Dynamic minimum-memory interleaving
[0051]	WO/2006/129145	12/07/06	Self-learning and self-adjusting DSL

system

- [0052] WO/2006/120513 11/16/06 Binder identification
- [0053] WO/2007/008835 01/18/07 DSL system estimation
- [0054] WO/2007/008836 01/18/07 Adaptive margin and band control
- [0055] WO/2007/044326 04/19/07 DSL system
- [0056] WO/2007/130877 11/15/07 Methods and apparatus to combine data from multiple sources to characterize communication systems
- [0057] WO/2007/130878 11/15/07 Methods and apparatus to perform line testing at customer premises
- [0058] WO/2007/130879 11/15/07 Video streaming diagnostics
- [0059] WO/2007/146048 12/21/07 Vectored DSL system
- [0060] WO/2008/016585 02/07/08 Method and apparatus for analyzing and mitigating noise in a digital subscriber line
- [0061] WO/2008/045332 04/17/08 Interference cancellation system
- [0062] WO/2008/045525 04/17/08 High speed multiple user multiple loop DSL system
- [0063] WO/2008/073327 06/19/08 DSL ring signal compatibility
- [0064] PCT/US09/46801 Vectored DSL Corsstalk Cancellation
- [0065] PCT/US09/49283 Reduced Memory Vectored DSL

[0066] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 다중입력 다중출력(MIMO) 시스템(80)은 각각의 입력으로부터 각각의 시스템의 출력으로의 시스템(또는 채널) 응답들에 의해 특징지어질 수 있다. 선형 시스템에 있어서, 상기 시스템 응답은 선형 함수이다. 예를 들어, 입력 1 내지 U 및 출력 1 내지 U는 시스템 응답들 H_{ij} ($i \neq j$ 에 대한 FEXT 채널응답들/계수들, 및 $i=j$ 에 대한 직접 채널 응답들/계수들), 즉, $H_{11}, H_{12}, \dots, H_{1U}, H_{21}, \dots, H_{U1}, H_{U2}, \dots, H_{UU}$ 를 가진다. 따라서, 주어진 출력u는 모든 입력(1 내지 U)에서 그 출력으로의 집합적 응답이다. 이러한 MIMO 시스템에서의 신뢰성 있고 높은 속도의 데이터 통신을 위해, 상기 시스템 응답들은 알고 있어야 한다. 이러한 시스템 응답들, H_{ij} ($i, j=1:U$)를 확인하기 위해, 입력들은 테스트 신호 입력 데이터(예를 들어, 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, 파일럿 및/또는 직교 트레이닝 또는 트랙킹 시퀀스들) 및 DSLAM 모델 및/또는 다른 업스트림-단 장치들에 의해 수신, 관찰, 측정 및/또는 수집된 시스템의 테스트 신호 출력 데이터에 의해 고무될 수 있다. 수신 모델에 의해 수신되거나 계산된 데이터는 보통 에러 신호이다. 즉, 각 모델은 트레이닝 또는 트랙킹 데이터 입력들을 알고 있고, 혼선이 없을 때 수신할 수 있는 출력 신호가 무엇인지 알고 있다. 상기 수신 모델은 예측된 전송 출력과 실제(FEXT 요동) 전송 출력 사이의 차이를 나타내는 에러 신호를 계산한다. 이러한 에러 신호들은 주어진 DSL 회선의 업스트림 FEXT 간섭 지형도(topography)의 지시자로서 상기 DSLAM에 의해 수집된다. 상기 DSLAM은 모든 연관된 회선들로부터의 이러한 에러 신호들을 상관시켜, 상기 연관된 DSL 회선들에서의 혼선 효과를 나타내는 $H_{ij}(k)$ 계수들을 결정한다.

[0067] 이러한 DSL MIMO 시스템에 있어서, 상기 직접 시스템 응답들 H_{ii} 은 각 모델 u의 꼬임쌍으로부터 단일 서브채널에 대한 소망하는 모델 응답 신호에 대응하고, $i \neq j$ 인 나머지 항들 H_{ij} 은 바인더 케이블 안(종종 다른 케이블로부터의)의 영역 내 다른 꼬임쌍들로부터의 FEXT에 대응한다. 이러한 MIMO 시스템은 톤들의 그룹들이 업스트림 또는 다운스트림 통신 중 하나에 할당되는 업스트림 및 다운스트림 방향 모두에 존재한다(예를 들어, 톤들의 연속 범위 안에 있는지 여부에 상관없이, 업스트림 전송에 사용되는 주파수들의 불연속 셋인 "업스트림 주파수 셋"이

있고, 이것은 다운스트림 전송을 위한 이러한 셋이 있는 것과 마찬가지로이다). 상기에서 언급한 바와 같이, 상기 업스트림 및 다운스트림 방향들은 NEXT로부터의 과도한 영향을 피하기 위해 주파수 분할 멀티플렉싱을 사용한다. 이러한 혼선 제거 DMT DSL 모델 시스템은 벡터화된 DSL이라고 지칭된다. 벡터화(Vectoring)는 당업자에게는 잘 알려진 것으로, 2002년 6월 IEEE JSAC special issue on twisted-pair transmission, Vol. 20, Issue 5, 페이지 1085-1104에 게재된 G.Ginis와 J.Cioffi의 "디지털 가입자회선 시스템을 위한 벡터화된 전송 (Vectored Transmission for Digital Subscriber Line Systems)" 및 2001년 6월 Proceedings of IEEE ICC 2001, Vol. 1, 페이지 305-309에 게재된 G.Ginis와 J.Cioffi의 "벡터화된 DMT: 사용자 코디네이션을 위한 FEXT 제거 변조 방법(Vectored-DMT: A FEXT Canceling Modulation Scheme for Coordinating Users)"에 상세하게 설명되어 있고, 양자는 어떠한 목적에서건 여기에 참조로서 반영된다.

[0068]

벡터화 배후의 기본 원칙은 전화 케이블 내의 모든 꼬임쌍 사이의 통신을 코디네이션하는 것이다. 케이블 내의 모든 꼬임쌍은 DSLAM(DSL 액세스 멀티플렉서, DSL access multiplexer)로 알려져 있는 하나의 중앙 지점에서 끝나기 때문에, 상기 DSLAM(또는 벡터화된 회선들에 연결된 다른 업스트림-단 DSL 장치)은 (다른 업스트림-단 위치들이 효과적으로 사용될 수 있을지라도) 이 통신을 코디네이션하기에 가장 자연스러운 위치이다. 효과적으로 모델들을 벡터화하기 위해, 상기 모델들은 동일한 DMT 심볼 클럭에 동기화되어야 하고, 특정 방해자-피해자 모델 쌍들 사이에서 피해자 모델들이 혼선 채널 특성을 확인할 수 있도록 (각 모델에 고유하고 트레이닝 신호들 또는 트랙킹 신호들에 사용되는) 미리 정렬된 테스트 신호 입력 데이터 패턴들을 가지는 트레이닝/트랙킹 주기에 동기화되어야 한다. 당업자가 아는 바와 같이, DSL 시스템에 관련된 다양한 응용 표준 및 구현에서 설명될 수 있는 하나 또는 그 이상의 기술을 포함하여, 이러한 시스템에서 혼선을 확인하기 위한 다양한 기술들이 있다.

[0069]

"누화 지형도(crosstalk topography)" 또는 매핑을 사용하는 것은, 전형적으로 트레이닝, 트랙킹 등 동안 결정되는 DSL 회선들 사이에서 다양한 상호작용적/혼선 관계를 나타내는 계수들을 갖는 행렬로 보여지거나 취급되는데, 전송 선보상(pre-compensation)(예를 들어, 프리코딩)은 다운스트림 방향(DSLAM으로부터 고객 측으로)에 사용될 수 있다. 사실상, 주어진 모델에 대한 전송 파형은 많은 다른 모델들(즉, 주어진 모델의 신호에 크게 영향을 미치는 FEXT를 가지는 다른 모델들)에 의해 사용되는 전송 파형들에 기초하여 미리 왜곡되어, 간섭하는 FEXT가 효과적으로 균형이 잡히도록(중화되도록) 하고, 이로 인해 상기 FEXT의 효과가 시간에 의해 제거되어 미리 왜곡된 모델 신호는 고객 측 종점에 도달된다. 업스트림 방향(고객 측에서 DSLAM으로)에 있어서, 업스트림 수신 측에서 업스트림 FEXT를 제거하기 위해 MIMO(multiple-input-multiple-output) 공간 필터링이 DSLAM에서 사용된다. 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, FEXT 필터 제거 계수들의 확인 및 트랙킹은 LMS(Least Mean Squares) 적응 알고리즘 또는 다른 최소 제곱 류의 방법들(Least-Squares type methods)을 이용해 수행될 수 있다. FEXT 필터 계수들의 확인을 지원하기 위한 트레이닝 데이터(예를 들어, 트레이닝 신호들)는 VDSL2와 같이, 알려진 DSL 표준의 변형 버전에 통합될 수 있다.

[0070]

본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들을 이용하는 DSL 시스템들의 다양한 예들은 여기서 많은 CPE 모델들에 결합된 DSLAM에 연결하여 설명될 것이다. 하지만, 당업자라면 본 발명의 실시예들은 다른 DSL 전송 및 벡터화 설정 및 구조에 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, DSL 회선은 광학 네트워킹 종점(optical networking termination point, ONT), 신호 리피터 등과 같은 중간 DSL 회선 장치를 통해 DSLAM에 결합될 수 있다. 이와 유사하게, DSL회선의 업스트림 단은 DSLAM이 아닌 다른 장치 또는 장비로 끝날 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들은 DSL 회선이 다운스트림 송수신기 및 업스트림 송수신기로 끝나는 다양한 DSL 설정에 사용될 수 있다.

[0071]

본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 전형적인 DSL 망형태(100)가 도 2a에 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 중앙 사무소(central office, CO)(105)는 공급장치(feeder, 110)(광섬유 케이블, 또는 많은 구리 회선들이 지나가는 바인더와 같은 높은 밴드위스 링크일 수 있다)를 통해 높은 밴드위스 전송을 제공한다. 상기 공급 장치(110)는 서비스 영역 인터페이스(serving area interface, SAI, 120)(예를 들어, 광학적 네트워킹 장치 또는 ONU일 수 있다)에 상기 CO(105)를 연결될 수 있다. 상기 인터페이스(120)로부터, 많은 구리 회선들(125)이 하나 또는 그 이상의 고객 택내 장비(customer premises equipment, CPE) 위치들(140) 근처의 페데스탈(pedestal, 130)로 연장될 수 있다. 이러한 페데스탈들은 예를 들어, 거리의 각 블록 또는 이웃에서 공유할 수 있다. 어떤 경우들에 있어서, 페데스탈들은 CO, SAI, 및/또는 다른 페데스탈들 사이의 중간매개 지점들이다. 예를 들어, 도 2a에서, 페데스탈 간의 링크(128)은 고객(140)의 회선(들)로 우회하지 않고 다른 페데스탈로 연장되어 하나 또는 그 이상의 다른 CPE들로 연결된다.

[0072]

페데스탈들은 하나 또는 그 이상의 고객 택내로 가는 회선들(종종 "드롭"으로 지칭되는) 및 다른 페데스탈들에

연결될 수 있는 나머지 회선들 사이에서 혼선-연결 지점을 제공한다. 통상, 각 고객까지의 "드롭" 세그먼트에는 2 내지 6 회선들이 있고, 추후에 하나 또는 그 이상의 고객들의 복수의 전화 서비스를 요청하는 사태에 대비하여 추가의 구리선을 제공한다. 상기 ONU 또는 중앙 사무소로 귀환하는 케이블은 (모든 고객들이 이러한 수의 전화 회선들을 요구하지 않기 때문에) 보통 모든 고객들에 의해 필요로 하는 전화 회선들의 수의 2 내지 6배를 가지지 않는다. 그러나, 상기 페데스탈은 통상 이하에서 정의하는 바와 같이, 본 발명의 실시예들과 연결하여 사용될 수 있는 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들로 기능하도록 사용될 수 있는 추가의 구리선을 드롭한다.

[0073]

본 발명의 실시예들에 구현될 수 있는 다른 예시적인 DSL 배치 시나리오가 도 2b에 도시되어 있다. 사용자들 (291, 292, 293)의 모든 가입자 루프들은 적어도 하나의 공통 바인더를 관통한다. 각 사용자는 전용 회선을 통해 CO 장치들(210, 220)에 연결되어 있다. 도 2b에 있어서, 어떤 사용자들(291)은 광섬유(213) 및 꼬임구리쌍(217)의 조합을 이용해 CO 장치(210)에 연결되는데, 이것은 광섬유에서 캐비닛(Fiber to the Cabinet, FTTCab) 또는 광섬유에서 커브(Fiber to the Curb)로 보통 지칭된다. CO(210) 내의 송수신기들(211)로부터 입/출되는 신호들은 광회선 종단(212) 및 CO(210) 안의 광학적 네트워크 종단(215) 및 광학적 네트워크 장치(ONU, 214)에 의해 변환된다. ONU(214) 안의 모델들(216)은 상기 ONU(214)와 사용자들(291) 사이의 신호들에 대하여 송수신기들로 기능한다. 그러나, 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들(218)(이하에서 후술함)은 이러한 비활성 회선들이 업스트림-단 모델(216)(예를 들어, 모델 포트, DSLAM, 회선 카드, 등)을 가지고 ONU(214) 안에 존재할 수 있지만, 관련된 주파수 범위(들)에서 다른 DSL 전송 서비스들에 사용되거나 사용되지 않고 있는 활성 CPE 모델들 등에 연결되지는 않는다. 사용자들(292)의 회선들(227)은 광섬유에서 교환(Fiber to the Exchange, FTTEx)으로 지칭되는 시나리오로, 단지 구리꼬임쌍만으로 이루어진다. 이러한 망형태는 광섬유공급 "캐비닛" 회선들 및 교환 회선들이 동일한 바인더 안에 혼합되어 있을 수 있다. 도 2b에 도시된 바와 같이, CO(220)으로부터 사용자(292)까지의 회선들은 바인더(222)를 공유하는데, 이것은 CO(210) 및 사용자들(291) 사이의 회선들에 의해서는 사용되지 않는다. 게다가, 다른 바인더(240)는 CO(210) 및 CO(220)로부터 그들 각각의 사용자들(291, 292, 293)로 입/출되는 회선들 모두에 공통된다. 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들(228)은 CO 장치(220)로부터 나오는 회선들의 일부일 수 있어, 업스트림-단 모델(221)은 비활성 회선(228)에 연결되어 있지만 관련 DSL 활동은 회선(228)에서 발생하지 않게 된다. 게다가, 4 개의 활성 DSL 회선들(260)의 그룹은 페데스탈(251)로부터 CPE(293)까지 드롭될 수 있다. 활성 루프들(260)의 드롭은 그룹 안의 활성 DSL 회선들 및 또는 다른 근처의 활성 회선들에 영향을 미치는 것과 유사하게 간섭의 진입을 제공한다. 비활성 회선들의 다른 예는 페데스탈(251)로부터의 드롭에서 찾을 수 있는데, 페데스탈(251)로부터의 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들(261)은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있다.

[0074]

모든 DSLAM-측 모델들은 하나의 위치에서 종결되고 모든 필요한 FEXT 데이터는 혼선 제거를 수행하기 위해 사용 가능(또는 용이하게 획득가능)하기 때문에, 수신측 업스트림 벡터화는 DSLAM 측에서 MIMO 필터링을 이용해 수행될 수 있다. 다운스트림 벡터화는 서로 다른 가입자 위치들에 CPE 모델들이 넓게 분산되어 있고 FEXT 제거가 CPE측에서 가능하지 않기 때문에 전송 선보상을 이용해 수행되어야 한다. FEXT 채널 특성은 시간에 따라 다르기 때문에, 이러한 채널은 통상 시간에 대하여 규칙적으로 트래킹되고 갱신된다. 대부분의 DSL 주파수 밴드 스킴들은 낮은 업스트림 통신 속도를 희생한 높은 다운스트림 속도로 편향되어 있다(예를 들어, 1 대 10 정도의 비율로). 따라서, 업스트림 혼선에 의한 업스트림 통신 방해는 전체 이용가능한 업스트림 데이터 속도에 대하여 큰 효과를 구성할 수 있다.

[0075]

코디네이션된 벡터화된 DSL 시스템은 상기 MIMO 벡터화 시스템의 일부인 모델들에 대하여 FEXT를 효과적으로 제거할 수 있다. 하지만, 이러한 벡터화 시스템은 상기 벡터화 시스템의 일부가 아닌 모델들로부터 입/출되는 신호들에 의해 야기되는 FEXT(이러한 "외부" 신호들은 "외계 FEXT"로 지칭하기로 함)를 제거할 수 없고, 상기 벡터화 시스템은 근처의 전기적 장치, 전기적 모터들, RFI, 등과 같은 다른 외계 소스들에 의해 야기되는 간섭을 제거할 수도 없다. 이러한 외계 간섭을 제거하지 못하는 것은 통상 그렇지 않았다면 벡터 처리 시스템에서 사용 가능한 성능 개선을 저하시킨다. 본 발명의 실시예들은 활성 벡터화된 DSL 회선들에 나타나는 "제거가능한 외계 간섭"을 고심하고 있다. "제거불가능한 외계 간섭"은 활성 및 비활성 DSL 회선들에 영향을 줄 수 있지만, 이러한 종류의 간섭(예를 들어, 열 잡음, 전자 잡음 등)의 특성은 이러한 잡음은 주어진 회선에 고유한 것이고 주어진 벡터화된 DSL 시스템 안의 활성 회선들 사이에는 상관관계가 없음을 나타낸다. 상기 제거가능한 외계 간섭은 상기 벡터화된 시스템 안의 하나 또는 그 이상의 활성 DSL 회선들을 포함하는 주어진 회선들의 그룹 내의 활성 및 비활성 회선들 사이에서의 잡음/간섭 상관관계(예를 들어, FEXT 간섭, RFI, 등)이다. 본 개시 및 이하의 청구항들에 있어서, 벡터화와 연결되어 사용되는 "외계 간섭" 및 "외계 간섭 데이터"는 제거가능한 외계 간섭 또는 잡

음을 지칭한다.

- [0076] 본 발명의 어떤 실시예들은 "비활성"인 하나 또는 그 이상의 여분의 전화 회선들(꼬임쌍인 전화 회선)을 활용하는 기술 및 장치를 사용한다. 비활성 회선은 관련 벡터화된 DSL 시스템의 활성 회선들에 의해 사용되는 주파수들을 가지고 업스트림 신호들, 데이터, 신호들, 등을 전송하지 않는 DSLAM 또는 다른 업스트림-단 장치(예를 들어, 모뎀, 모뎀 포트, 회선 카드 등)에 결합된 DSL, 전화 또는 다른 꼬임쌍이다. 본 발명의 다른 실시예들은 이하에서 도 9a, 도 9b, 및 9c와 연결하여 설명하는 바와 같이, 의사 신호들을 획득하기 위해 활성 회선 공유-모드 전압 신호들을 사용한다. 본 발명의 개시 전체를 통해, 비활성 회선들로부터의 의사 신호들의 사용은 전송된 DSL 신호들, 전화 신호들 등을 제거하고 의사 신호들로 사용되는 오직 간섭 신호들만 생성하기 위해 처리되는 공유-모드 전압 신호들로부터 획득된 의사 신호들을 이용하여 대체될 수 있다.
- [0077] 관련 주파수 세트 안에 CPE 또는 다른 다운스트림-단 모뎀으로부터 전송된 DSL 신호가 존재하지 않음에도 불구하고, "의사 신호"는 비활성 회선에 연결된 업스트림-단 모뎀에서 검출될 수 있다. 이러한 의사 신호는 상기 비활성 회선에 악영향을 미치는 외계 및 영역 내 간섭 모두를 포함하는데, CPE 모뎀이 이러한 데이터를 업스트림으로 상기 DSLAM으로 전송하지 않기 때문에, 어떠한 사용자 데이터도 포함하지 않는다. 영역 내 의사 신호 간섭(즉, 벡터화된 DSL 시스템 안의 활성 DSL 회선들로부터의 혼선)은 영역 내 혼선이 벡터화 동안 활성 DSL 회선들로부터 제거되는 것과 유사하게 벡터화 기술을 이용해 처리되고 의사 신호로부터 제거될 수 있다. 영역 내 간섭이 제거된 후의 이러한 잔여 신호 데이터는 상기 비활성 회선에 의해 포획되는 "외계 간섭 데이터"이다. 이러한 외계 간섭 데이터는 본 발명의 실시예들에서 활성 DSL 회선 상에서 DSLAM에 의해 수신되는 테스트 신호 출력 데이터(예를 들어, 트레이닝, 트래킹 및/또는 다른 유사한 혼선-매핑 신호들)와 유사하게 다루어지고, 상기 벡터화된 DSL 시스템의 회선 데이터의 벡터화 행렬에 결합된다. 이러한 비활성 회선 의사 신호들의 외계 간섭 데이터는 상기 비활성 회선 및 다른 유사한 상황에 있는 활성 DSL 회선들에 영향을 주는 상관 외계 간섭의 효과들을 감소 또는 제거하는 데 사용된다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 다양한 비활성 회선들(또는 공유-모드 전압 신호 소스 회선들)의 배치에 따라서, 서로 다른 종류의 외계 간섭이 주어진 비활성 또는 공유-모드 전압 신호 소스 회선에서 검출될 수 있고, 이로써 상기 벡터화된 DSL 시스템 안의 서로 다른 위치들에서의 회선들로부터의 의사 신호들을 다룰 수 있게 된다.
- [0078] 도 9a, 도 9b, 및 도 9c와 연결하여 상세하게 후술할 것과 같이, 본 발명의 다른 실시예에 있어서, (꼬임쌍의 2개의 컨덕터들로부터 접지를 기준으로 하는 단일 끝단 전압 신호들을 더한) 공유-모드 전압 신호들은 상기 차분 전압 신호의 동일 크기/반대 극성의 구성요소들을 효과적으로 제거한다. 이러한 공유-모드 전압 신호들에 있어서의 잔여 전압 신호는 본 발명의 실시예들에 있어서 의사 신호로 사용될 수 있다. 이러한 공유-모드 전압 신호들은 각각의 공유-모드 전압 신호 소스 회선이 의사 신호들을 생성하기 위해 공유-모드 전압 신호들을 처리할 수 있는 업스트림-단 모뎀에 연결되어 있는 한(예를 들어, 도 9c에 도시된 바와 같이), 상기 벡터화된 DSL 시스템 안의 활성 회선들, 상기 벡터화된 시스템 외부의 다른 활성 DSL 회선들, 및/또는 어떤 목적에서든 차분 전압 신호들을 전달하는 다른 회선들을 포함하는 공유-모드 전압 신호 소스 회선들로부터 유도될 수 있다.
- [0079] 본 발명의 실시예들은 실제 DSL 데이터 신호들과 유사하게 상기 벡터화 시스템에 통합되어 있는 외계 간섭 데이터를 생성하기 위해 처리되는 의사 신호들을 가지는 하나 또는 그 이상의 여분의 구리쌍들을 이용하여 외계 간섭(예를 들어, 외계 FEXT, RFI, 전기적 잡음 등)을 제거하기 위한 장치, 방법 등을 포함한다. 상기 여분의 쌍들은 상기에서 정의된 바대로 비활성 회선들이고, 상기 비활성 회선에 연결된 다운스트림-단 모뎀에 의해 전송되는 "실제" DSL 신호들을 전송하지 않고 단지 간섭만 전송하는 고유한 특성을 가진다. 이러한 의사 신호들로부터 채취되는 상기 외계 간섭 데이터가 상기 벡터화 시스템 안의 활성 회선 데이터(업스트림 또는 다운스트림)와 유사하게 처리될 때, 이러한 영역 내 FEXT와 같은 공지 및/또는 미공지된 간섭 소스들은 (상기 벡터화 시스템 안의 어떠한 다른 구리쌍들에 대해 수행된 것과 같이) 확인되고 제거될 수 있다.
- [0080] 본 발명의 실시예들은 잡음 역상관의 확장에 관한 것으로서, 여기서 수신된 신호들의 복잡성은 선형으로 가중되고, 이러한 신호들의 관찰 통계에 기초하여 미리 계산된 가중치들의 세트에 따라 조합된다. 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, 신호들의 특성은 공분산 세트의 예측과 관련된다. 이러한 세트로부터, (편의성을 위해서 보통 행렬로 생성되는) 잡음 역상관 가중치들의 세트는 공분산의 제곱근의 행렬로 계산되어, 또한 행렬로 생성될 수 있다.
- [0081] 전화 루프 플랜트에서의 상관 프로세스는 여분 쌍들을 포함하기 때문에, 상기 여분 쌍으로부터의 의사 신호들은 역상관 프로세스에 포함되어, 이러한 처리된 신호들 모두에서 결과 에러 시퀀스가 상호상관관계 없이 된다. 이와 동일하게, 상기 여분 쌍들로부터의 신호들은 활성 회선 쌍들 상의 상기 에러 시퀀스들의 예측을 형성하여,

상기 잡음의 효과는 감소되거나 제거될 수 있다. 상기 여분 쌍들이 실제 DSL 신호(즉, 다운스트림 단에서의 DSL 모델에 의해 전송된 신호)를 전달하지 않고 데이터 통신을 위해 사용되지 않음에도 불구하고, 이러한 쌍에서 수신된 신호들은 다른 쌍들에 결합된 외계 잡음에 대한 정보를 제공한다.

[0082]

보다 상세하게, 도 3에 도시된 실시예는 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들로부터 채취된 의사 신호들을 사용하는 방법(300)을 보여준다. 310에서 백터화된 DSL 시스템 안의 활성 DSL 회선들에서 (예를 들어, DSL 시스템 안의 트레이닝 또는 트랙킹과 연결된) 업스트림 테스트 신호 입력 데이터는 전송된다. 315에서 DSLAM(또는 다른 업스트림-단 장치)는 활성 회선 모델들로부터 테스트 신호 출력 데이터를 수집하고, 320에서 DSLAM (또는 다른 업스트림-단 장치)는 비활성 및/또는 공유-모드 전압 신호 소스 회선들로부터 의사 신호 출력 데이터(즉, 비활성 회선으로서 수집된 신호들 또는 공유-모드 전압 신호 소스 회선 출력들)를 수집하고 수집된 의사 신호들을 위한 증폭 또는 다른 필요한 처리가 제공된다. 다시, DSL 신호들을 전송하지 않는 비활성 회선들로부터 또는 공유-모드 전압 신호 소스 회선들로부터, 의사 신호 출력 데이터는 영역 내 FEXT 및 외계 간섭으로 이루어진다. 325에서, 영역 내 간섭은 수집된 의사 신호 데이터로부터 제거되고, 단지 외계 간섭 데이터만 남게 된다. 330에서 상기 외계 간섭 데이터가 백터화된 DSL 회선으로부터 수집된 테스트 신호 출력이 전송되는 것처럼, 의사 신호 소스 회선들에 대응하는 상기 외계 간섭 데이터를 이용해 FEXT 계수들은 생성된다. 335에서 DSL 백터화는 상기 FEXT 제거 계수들을 이용해 톤 단위로 수행된다. 이러한 백터화는 외계 간섭의 제거를 위하여 하나 또는 그 이상의 열들(행들)로 표현되기 때문에 상기 활성 DSL 회선들을 나타내는 열들에 더하여 적어도 하나 이상의 열(또는 행)을 갖는 FEXT 제거 행렬을 이용해 수행될 수 있다. 어떠한 외계 간섭 데이터는 보다 적은 수의 열들로 조합될 수는 있으나, 통상 의사 신호 소스 회선 각각을 위한 추가적인 FEXT 계수 행렬의 열이 존재한다. 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 상기에서 기술한 대로, 복수의 비활성 회선들은 하나 이상의 DSL 플랜트 세그먼트 및/또는 상기 백터화된 DSL 시스템 안의 모든 활성 회선들이 아니라 일부와 외계 간섭 소스들을 공유하는 상기 백터화된 DSL 시스템 안의 회선들의 부분집합에 대한 외계 간섭 데이터를 생성하기 위해 사용될 수 있다.

[0083]

비활성 회선 여분 쌍으로부터의 주파수 영역 신호 스트림은 상기 여분 쌍이 독점하는 현존하는 업스트림-단 DSL 모델 포트의 일부, 예를 들어 아날로그 진단, 증폭기, 진단 필터들 및 FFT 블록들을 이용해 수신될 수 있다. 이 경우에 있어서, 상기 A/D 변환기 클럭은 동일 회로기판 하부시스템(또는 동일한 복수 포트 모델 칩셋) 상의 활성 모델 포트로부터의 위상 고정 샘플링 위상에 종속될 수 있다.

[0084]

본 발명의 예시적인 실시예는 도 4의 백터화된 DSL 시스템(400)에 도시되어 있다. 시스템(400)의 다운스트림 단에, N 활성 DSL 회선들(412) 상에서 업스트림 DSL 사용자 신호들을 전송하는 N DSL 전송기들(예를 들어, CPE들)이 있다. 또한 활성 회선들(412)에 의해 사용되는 업스트림 주파수 세트에서 DSL 사용자 신호들을 전달하지 않는 M 비활성 회선들(415)이 있다. 모든 (N+M) 회선들(412, 415)은 하나 또는 그 이상의 제거가능한 외계 간섭 소스들(430)에 의해 영향을 받는 MIMO 채널 시스템(425)으로서 취급된다. 상기 N 활성 DSL 회선들의 상기 출력 신호들(427)은 역상관 프로세서(435)를 포함하는 업스트림-단 수신 측 백터화 시스템에 의해 수신된다. 게다가, M 비활성 회선들로부터 수신된 의사 신호들(428)은 이와 유사하게 프로세서(435)에 전달되는데, 상기 N 활성 DSL 회선들의 신호들로부터 외계 간섭을 제거하기 위해 $N \times (N+M)$ 역상관 행렬을 사용한다. 그 후 상기 N 역상관된 활성 회선 신호들(437)은 후처리를 위해 $N \times N$ 행렬을 이용하는 선택적인 결정 피드백 장치(440)로 전달된다. 그 후 백터화된 DS1 데이터(450)가 제공된다.

[0085]

본 발명의 실시예들은 2009년 6월 10일에 Vector Silicon Inc.에 의해 출원된 "백터화된 DSL 혼선 제거 (VECTORED DSL CROSSTALK CANCELLATION)"인 국제출원 제 PCT/US09/46801호(대리인 사건 번호 2202-p01 WO)에 개시된 하나 또는 그 이상의 실시예들을 포함하는 다양한 백터화 시스템들에서 구현될 수 있는데, 상기 출원의 내용 전체는 어떠한 목적에서든 참조로서 여기에 반영된다. 상기 언급된 국제 출원과 유사한 백터화 시스템(500)의 일 실시예는 도 5에 도시되어 있고, 예를 들어, 도 4의 시스템과 연결되어 사용될 수 있고, 그 각각이 활성 꼬임쌍 회선들(514) 상에서 통신을 제어하는 DSL 모델들(512)(예를 들어, 복수 포트 장치들)을 포함하는 수 개의 회선 카드들(510)을 포함한다. 또한 수 개의 비활성 회선들(515)은 회선 카드들(510) 안의 업스트림-단 모델들(512)에 연결되어 있다. 복수의 회선 카드들(510)은 XAUI 회선들(508) 등과 같은 고속 통신 장치를 통해 중앙 백터화 모듈(520)(예를 들어, 백터화 카드일 수 있음)을 포함하거나 포함할 수 있는 백터화 제어 장치(vectoring control entity, VCE)에 연결될 수 있다. XAUI는 10 기가비트 이더넷(10GbE)의 MAC과 PHY 층 사이의 XGMII(10 기가비트 미디어 독립 인터페이스)의 확장 표준이고, 이러한 고속 데이터 통신 회선들(516)은 모델들(512)을 회선 카드 백터 라우터 구성요소들(VRC-L들)(518)에 연결할 때 사용될 수 있다. 상기 모델(512)은 단지 하나의 VRC-L(518)에 연결될 필요가 있고 특정 백터화 배치(예를 들어, 포트들의 수, 회선 카드들 등)의 복

잡성은 각각의 모뎀(512)으로부터 숨겨지므로, 상기 VRC-L들(518)은 상기 모뎀(512)의 추상층(abstraction layer)을 형성한다.

[0086]

각 모뎀(512)로부터 각각의 VRC-L(518)로의 상기 벡터화 데이터 흐름은 다운스트림 및 업스트림 통신을 위한 주파수 영역 샘플들 - 즉, 다운스트림 벡터화를 위한 IFFT 입력 전송 데이터 및/또는 업스트림 벡터화를 위한 FFT 출력 수신 데이터를 포함한다. 비활성 회선들(515)로부터의 의사 신호들은 상기 비활성 회선들의 모뎀들(512)을 통해 FFT 출력 수신 데이터로서 하나 또는 그 이상의 VRC-L들(518)로 외계 간섭 데이터를 제공한다. 상기 벡터화 모듈(520)로부터 VRC-L(518)을 통해 각 모뎀(512)으로 리턴되는 데이터는 다른 벡터화 시스템 모뎀들로부터의 혼선 간섭 뿐만 아니라, 수신된 업스트림 신호들에 대한 외부 소스들로부터의 외계 간섭을 방지 및/또는 제거하기 위해 조절 및/또는 처리된, 상기 모뎀의 혼선이 조정된(즉, 벡터화된) IFFT 입력 및/또는 FFT 출력 데이터이다. 각 회선 카드(510)의 상기 VRC-L(518)은 상기 회선 카드의 모뎀들(512)과 벡터화 모듈(520) 사이의 인터페이스로서 기능한다. 고속 통신 회선들(508)(예를 들어, 10 내지 40 Gbps 또는 그 이상의 광학 또는 구리 상호연결)은 각 회선 카드(510) 상의 VRC-L(518)을 대응하는 벡터화 모듈(520) 상의 VRC-V(522)에 연결한다. 상기 10 내지 40 Gbps는 상기 벡터화 모듈(520) 과 각 회선 카드(510) 사이에서 구현될 수 있는 보통 데이터 통신 요구조건이다. 오늘날 이것은 전기적 회로뒤판에 있든 또는 광학 케이블이든 간에, 5 Gbps 또는 10 Gbps XAUI 회선들 또는 유사한 것의 집합일 수 있다.

[0087]

벡터화 모듈(520) 상의 VRC-V들(522)은 시스템 요구조건에 의해 정의된 바와 같이, 하나 이상의 벡터 프로세서들(VPC들, 524)에서 모뎀 벡터화 데이터 스트림을 연속하는 혼선 제거를 위한 서브밴드들로 분할한다. 상기 벡터 프로세서들은 "벡터 프로세서 구성요소들", "계산 장치들" 및/또는 기타로 지칭될 수 있다. 즉, 데이터는 각 모뎀 안의 정상(즉, 벡터화되지 않은) 데이터 스트림으로부터 제거되고, 주파수 특성에 의해 정의된 데이터 번들들로 재구성되어, 상기 데이터는 주파수에 기초하여(예를 들어, 톤 단위로, 톤들의 그룹으로 등) 혼선 처리될 수 있다. 일단 처리되면, 상기 데이터는 혼선-제거 프로세싱을 위해 사용된 상기 주파수에 기초한 번들들로부터 다시 재구성되고, 모뎀들에 의해 전송/사용되기 위해 재조합된다.

[0088]

예를 들어, 업스트림 및 다운스트림 밴드들은 하나 이상의 VRC들(예를 들어, VRC-L/VRC-V 쌍)에 의해 개별 VPC들로 벡터 라우팅될 수 있다. 벡터 라우터는 프로세싱 또는 데이터 전송 병목 현상을 방지하기 위해 벡터화 데이터를 모뎀들과 벡터 프로세서들 사이에서 효과적으로 이동시킬 목적으로 특수화된 "사적" 데이터 네트워크를 구현하는 특수화된 데이터 네트워킹 장치 또는 서브시스템인데, 이것은 이더넷 네트워크와 유사할 수 있다. 벡터화 데이터 패킷들은 헤더들 및/또는 각 모뎀과 벡터 프로세서 장치 사이에 전용 링크들 없이 데이터 네트워크 상에서 벡터화 데이터의 효과적인 라우팅을 가능하게 하는 다른 상태 정보를 포함할 수 있다. 이를 위하여, 벡터 라우터는 또한 벡터 데이터 패킷들을 모뎀들로부터 제공받은 형식으로부터 벡터 프로세서들에 의해 자연스럽게 사용될 형식으로 변환하고, 벡터화 이후에는 다시 재변환된다(예를 들어, 모뎀 벡터화 데이터 스트림의 인터리빙 및 디-인터리빙). 이 작업은 구성에 따라, VRC-L들과 VRC-V들 사이에서 나뉘질 수 있거나, 어느 하나에서만 수행될 수 있다. 또는, VPC 할당은 (업스트림 및 다운스트림 밴드 할당과는 독립적으로) 고르게 이격된 서브밴드들에 기초할 수 있다. VRC-V들(522)과 벡터화 모듈(520) 상의 VPC들(524) 사이에서의 데이터 전송은 고속 상호연결 회선들(526)(예를 들어, XAUI 등)을 이용해 수행될 수 있다.

[0089]

다른 종류의 패킷들이 본 발명의 실시예들과 연결되어 사용될 수 있다. 예를 들어, 설명된 벡터 데이터 패킷들과 함께, 벡터 에러 패킷들, 벡터 구성 패킷들 및 벡터 제어 패킷들이 벡터화 데이터 네트워크를 통해 상기 벡터 DSL 시스템을 적절하게 구성, 조정 등을 하기 위해(예를 들어, 모뎀 칩들의 구성, 제어 또는 동기화를 위해, 또는 벡터 프로세서들의 구성, 제어 또는 동기화를 위해) 전송될 수 있다. 여기서 설명된 어떠한 패킷들도 하나 이상의 모뎀 포트 식별자들, 모뎀 칩 식별자, 회선 카드 식별자, 차대 식별자, 또는 적어도 하나의 DMT 톤 범위를 식별하여 상기 패킷들의 트래킹 및 어드레싱이 달성될 수 있게 하는 정보를 포함할 수 있다.

[0090]

벡터 요청 패킷들에 대하여, 상기 페이로드 데이터는 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 역 고속 푸리에 변환 샘플들, 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 고속 푸리에 변환 샘플들, 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 다운스트림 주파수 영역 데이터, 및/또는 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 업스트림 주파수 영역 데이터를 포함할 수 있다. 패킷의 추가적인 필드들 및 구성요소들이 사용될 수 있다(예를 들어, CRC(cyclic redundancy check)). 벡터 에러 패킷은 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 업스트림 트레이닝 에러 샘플들, 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 업스트림 트래킹 에러 샘플들, 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 업스트림 DMT 동기 심볼들, 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋

들에 대한 다운스트림 트레이닝 에러 샘플들, 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 다운스트림 트래킹 에러 샘플들, 및/또는 상기 요청 패킷 헤더에서 확인되는 복수의 모뎀 포트들 및 톤 셋들에 대한 다운스트림 DMT 동기 심볼들을 포함할 수 있다.

[0091] 도 14의 실시예는 N 포트들 및 상기 모뎀들로부터 입/출되는 DSL 벡터화 데이터 네트워크("사적 네트워크", "라우팅 서브시스템", "벡터 라우팅 네트워크", "특수 네트워크" 등으로 지칭되기도 함)을 통해 전송되는 벡터화 데이터를 서비스하는 모뎀들을 위해 정의된 벡터화 데이터 패킷 형식의 일 실시예가 가지는 형식을 보여준다. 상기 VRC-L은 모뎀 칩과 회선 카드를 식별하기 위해 이러한 패킷에 헤더를 추가한다. 이로써, 데이터의 소스는 VRC-V(또는 VRC-V가 벡터화 카드에 존재하지 않으면, 상기 벡터화 카드에서 사용되는 목적지)로, 그 후 VPC/VPU로의 패킷 흐름으로 알게 된다. 벡터 처리된 데이터는 벡터화 카드로부터 상기 VRC-L(또는, 만약 VRC-L이 사용되지 않으면, 벡터화 데이터가 추출되고 전송되어온 모뎀으로)로 다시 돌아가므로, 이 헤더는 패킷들을 적절한 모뎀 칩들로 다시 배포하기 전에 제거된다. 상기 VRC-L 및/또는 VRC-V는 모뎀들이 데이터를 어떻게 제공하느냐에 따라, 복수의 모뎀 칩들로부터의 패킷들을 VPC들에 의해 사용되는 형식으로 선택적으로 재조합할 수 있다. (실시예들에 있어서의 벡터 라우터 사용과 결합되어) 이러한 패킷들과 헤더들의 사용은 벡터 DSL 시스템이 보다 많은(또는 보다 적은) 수의 포트들에 확장가능하게 해 주고, 각 모뎀과 벡터 프로세서 사이에 유선/전용 데이터 버스가 필요하지 않게 해 준다. 적절한 에러 신호 패킷들과 구성 및 제어 메시지들 또한 이에 따라 네트워크에 흐를 수 있다.

[0092] VRC 쌍의 구성(518,522)은 적어도 혼선 제거 선처리를 위해 포트 당 모뎀 기반으로부터 밴드 당(또는 주파수 세트 당) VPC 기반으로 효과적으로 데이터 취급을 변환한다. 혼선 제거는 가장 효과적이고 톤 당, 밴드 당 또는 톤 당 세트 기반으로 주파수 영역에서 용이하게 수행되기 때문에, 이 변환은 벡터화 시스템의 구현 복잡도를 크게 감소시킨다. 벡터화 시스템(500) 내의 모든 모뎀(512)로부터 일치하는 서브밴드들(즉, 동일한 하나 이상의 주파수들의 그룹화, "톤 그룹화", "톤 세트들", "서브밴드들" 등으로 지칭됨)이 각 희생자 모뎀 및 방해자 모뎀들의 세트 또는 서브세트 사이의 VPC(524) 안의 혼선 제거가 가능하도록 수집되고 통합된다.

[0093] 당업자라면, 각 VPC(524)에 할당된 서브밴드들이 시스템 내의 연속적인 주파수들로 구성될 필요가 없음을 이해할 것이다. 예를 들어, 벡터화 모듈(520) 안에 6 개의 VPC들(524)이 있다면, 각 연속하는 VPC(524)는 다음 주파수 또는 주파수 빈을 차지할 수 있다. 이 의미는 "첫번째" VPC(524)가 주파수들 1, 7, 13, 19 등을 가지고, "네번째" VPC(524)가 주파수들 4, 10, 16 등을 가질 수 있다. 또는 각 VPC(524)가 톤 세트, 예를 들어 각각 8 톤들의 그룹들을 전송할 수 있는데, 이로써 첫번째 VPC(524)는 0 내지 7까지의 톤들을 가지고, 두번째 VPC(524)는 8 내지 15까지의 톤들을 가진다. 이러한 데이터의 분포는 가용한 자원들의 보다 "고른" 사용을 제공할 수 있다. 예를 들어, 관련 VRC들(522)들로부터 단일 VPC(524)로 데이터를 무더기로 주고, 나머지 VPC들(524)과 회선들(526)은 놓고 있음으로 인한 하나 이상의 주어진 통신 회선들(126)의 "막힘"을 방지한다.

[0094] 시스템(500)의 사적 벡터화 데이터 네트워크 상의 데이터는 소스 모뎀(512)과 목적지 VPC(524)를 확인하는 특수 목적 패킷들로 구성된다. 또는, 상기 소스 및 목적지 주소는 패킷 타이밍에 의해 내포될 수 있다. 각각의 패킷은 하나의 모뎀으로부터/으로의 하나의 서브밴드에 대한 IFFT 입력(및/또는 FFT 출력) 데이터로 구성된다. DMT에 기초한 DSL 시스템은 DMT 심볼 주기(예를 들어, 4kHz 또는 8kHz)를 이용하여 작동하기 때문에, 상기 모뎀들(512)로부터 상기 VPC들(524)로의 데이터 통신 및 그 역은 매 DMT 심볼마다 반복되고, 계산 자원 및 가용한 네트워크 대역폭을 보다 효과적으로 사용하기 위해 가능하면 통신 및 계산은 파이프라인을 사용한다. 톤 당 트레이닝/트래킹 에러 신호들, 상기 모뎀들(512), 및 다른 구성으로부터/로의 진단 데이터, 및/또는 관리 데이터는 동일한 네트워킹 통신 경로 및 패킷 구조를 사용할 수 있다.

[0095] 다양한 하드웨어 장치들 및/또는 구성요소들이 본 발명의 실시예들의 구현에 사용될 수 있다. 다양한 현재의 FPGA 등은 여기에 도시된 실시예들에 따른 구성을 구축하기에 적합하다. 예를 들어, 알테라 스트라티스 IV GX FPGA 장치들(예. EP4SGX70, EP4SGX110, EP4SGX230, 등)은 이러한 구현에 적합하다. 본 발명의 실시예들에 있어서, 각각의 VPC(524)는 이하에서 정의되는 바와 같이, 프로그램가능한 복수의 VPU들에 있는 분리된 칩(FPGA, ASIC, 등)이다. 다른 하드웨어 구성들도 당업자에게는 명백할 것이다.

[0096] 도 6a에 도시된 바와 같이, 도 5의 각각의 VPC(524)는 하나 이상의 전용 벡터 프로세싱 장치들(542, VPU들)을 포함하거나 구현하는데, 그 각각은 모뎀들 및/또는 방해자들의 서브세트에 대하여 벡터화를 수행한다. VPU 자원의 할당 및/또는 공유는 어떤 경우에는 유리할 수 있고, 다양한 방식으로 달성될 수 있다. 예를 들어, 각각의 VPC(524)는 주어진 서브밴드 안에서 벡터화를 위해 모든 모뎀들(512) 사이에서 시간을 공유하는 VPU들(542)의 중앙 세트를 포함할 수 있다. 또는, 각각의 VPC(524)는 VPU들(542)의 방해 세트를 포함할 수 있는데, 각각의

VPU(542)는 VPC(524)에 할당된 서브밴드 안에서 특정 모뎀(512)에 전용으로 되어 있다. 복수의 VPU들(542)는 VPU 디스패처(544) 등을 이용해 그들의 호스트 VPC(524)와 하나 이상의 VRC-V들(522) 사이의 통신을 코디네이션할 수 있다.

[0097] VPU(542)는 벡터화된 DSL 시스템을 생성하는 모든 모뎀들에 대한 톤 세트(예를 들어, 단일 톤, 톤들의 그룹, 톤들의 밴드 또는 서브밴드 등)에 대한 모든 IFFT/FFT 데이터를 처리한다. 상기 VPU(542)는 어떤 주기적 형식으로 이 데이터를 각 DMT 심볼마다 한번씩 처리한다. 상기에서 언급한 바와 같이, 실시예들에 있어서, 각 VPC(524)는 하나 이상의 VPU들(542)의 집합이고, 각 VPU(542)는 다른 VPU(542)와 직접적인 통신 없이 톤들의 묶음을 독립적으로 처리한다. 단순한 대표적인 설정에 있어서, 시스템은 4096 톤들, 2 VPU들, 및 N 모뎀들을 사용할 수 있다. 각각의 VPU(542)는 16 톤들의 묶음으로 톤들을 취급한다. 톤들은 VPU들에 다음과 같이 할당될 수 있다:

[0098] VPU0: 톤들 0-15, 32-47, ...

[0099] VPU1: 톤들 16-31, 48-63, ...

[0100] 이 예에 있어서, 모뎀들은 0부터 4095까지의 톤 순서로 FFT/IFFT 데이터를 상기 VRC에 기초한 사적 네트워크에 제공한다. 상기 FFT/IFFT 데이터는 상기 VPC들로 라우팅될 때, 상기 VRC는 16 톤들의 묶음으로 2개의 VPU들에게 "카드 돌리기"처럼 데이터를 배분한다. 이것은 데이터가 네트워크 경로를 따르고, 병목 현상 없이 VPU들이 균일하게 빠르게 해 준다. 각각의 톤에 대하여, 상기 VPU는 벡터화를 수행하기 위해 NxN 행렬 곱셈의 증가물(또는 벡터화 행렬이 "조밀하지 않다면", 전체 NxN 곱셈보다 적을 수 있다)을 수행한다.

[0101] 각각의 VPU는 로직 설계 및 사용되는 칩 기술에 기초하여, 미리 결정된 처리 능력 수준(예를 들어, 초당 복소 곱셈의 수)을 가진다. 이에 더하여, 벡터화 시스템에 대한 요구되는 "톤 당" 처리 능력 수준은 모뎀들의 수 N이 증가할수록 커질 것이다. 따라서, VPU의 요구되는 수는 시스템 안의 모뎀들의 수, 및 DMT 대역폭 전체의 벡터화된 톤들의 수에 대한 함수이다. 그러므로, 많은 벡터화된 톤들 및/또는 많은 모뎀들의 수를 가진 시스템은 벡터화를 수행하기 위해 결과적으로 VPU 자원(및 결과적으로 VPC 칩들)의 수가 커야 한다. 즉, 모뎀들의 수가 벡터화된 시스템에서 커질수록, 각 VPU가 처리할 수 있는 톤들의 수는 처리해야 하는 추가적인 모뎀들의 데이터 때문에 감소할 것이다. 당업자라면, 각각의 서브밴드의 크기는 설계에 의해 지원되는 DSL 밴드 프로파일 뿐만 아니라, 주어진 구현에 대한 비용 및 복잡도의 한계에 의해 결정될 수 있다. 예를 들어, 17MHz VDSL 프로파일, 384 모뎀들, 및 모뎀 당 64 방해자들까지 벡터화하는 시스템의 구현에 있어서, 실제 시스템은 DMT 심볼 당 32 톤들을 각각 처리하는 128 차수의 VPU들을 가질 것이다. 상기 VPU 로직은 시스템 차원의 변화(모뎀들의 수, 벡터화된 톤들의 수 등)를 반영하기 위해 재구성되므로, 벡터 라우팅은 이에 따라 조정된다.

[0102] 도 6b에 도시된 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 단순화된 시스템(500)은 단일 회선 카드(510)에 잘 맞는다. 다시, VRC 자원들(518)(단일 VRC, 예를 들어 또는 등을 맞대고 있는 2개의 VRC들)은 모뎀 포트들과 VPC들(524) 사이에서 지정된 서브밴드들의 처리를 제공하는 라우팅을 제공한다.

[0103] 도 7은 벡터화 작동(700)의 일반 작동을 보여준다. 여기서, 다운스트림 FEXT 선보상기(701) 및 업스트림 FEXT 후보상기(702)의 효과적인 구성은 본 발명의 하나 이상의 실시예들을 사용하여 달성될 수 있다. 다운스트림 방향에 있어서, 복수의 모뎀들로부터의 복수의 QAM 데이터 심볼들은 톤 단위에 기초하여 모든 모뎀들간의 코디네이션 또는 "벡터화" 통신에 의해 FEXT 선보상되고, 통신회사 구리 회선 상으로 FEXT 보상된 신호를 전송하기 위해 모뎀 단위에 기초하여 후속 IFFT 및 디지털에서 아날로그로의 변환 작동을 한다. 업스트림 방향에 있어서, 의사 신호 기초의 외부 간섭 데이터를 포함한 복수의 수신된 FFT 샘플들은 톤 단위에 기초하여 모든 모뎀들간의 코디네이션 또는 "벡터화" 통신에 의해 FEXT 후보상되고, 모뎀 단위에 기초하여 QAM 데이터 심볼들을 디코딩한다.

[0104] 도 8a는 본 발명의 하나 이상의 실시예들을 이용해 벡터화된 통신을 지원하기 위해 변형된 보통 사용가능한 DSLAM 측 VDSL 모뎀 장치(800)를 위한 포괄적인 모뎀 포트를 보여준다. 이 업스트림 FFT(802) 출력 및 다운스트림 IFFT(804) 입력은 벡터 패킷 인코더/디코더(806)(또는 "벡터화 데이터 추출기")에 의해 가로채임당하고, 벡터화 그룹 안에서 모든 모뎀들 사이의 데이터 스트림을 벡터화할 수 있도록 인터페이스(807)에 의해 벡터 프로세서(808)로 전송된다. 데이터 스트림으로부터 데이터를 제거, 처리 및 "재삽입"함으로써, 이러한 벡터 프로세서 시스템은 모뎀의 수신 및 전송 데이터 경로들에 있어서 대기 시간이 짧아질 수 있다. 도 8b는 비활성 회선(515)으로부터의 의사 신호들의 수신 및 처리와 연결하여 수 개의 구성요소들을 사용하기 위해 도 8a의 장치(800)가 어떻게 변형될 수 있는지 보여준다. 이 실시예에 있어서, 의사 신호들은 아날로그 전단(801)을 이용하여 수집되고, 수신 필터(803)에 제공되고, 업스트림 FFT(802)를 이용해 처리된다. 변환된 의사 신호들은 806에

서 인코딩되어 적당한 인터페이스(807)를 통해 벡터 프로세서(808)로 전달된다. 적당한 클럭 신호들은 상기 수집된 의사 신호들을 형식에 맞추기 위해 장치(800)에 제공된다.

[0105] 도 9a는 도 8a 및 도 8b에 도시된 것과 같은 모델들의 아날로그 전단("analog front-end", AFE)에서의 전형적인 서로 다른 전압 신호 및 이의 취급을 도시하고 있다. 접지에 대한 2 개의 기준 전압들 v1 및 v2은, CPE 장치에 의해 DSL시스템 안의 모델 AFE(910)로 전송되고, (전화 꼬임쌍 상의 서로 다른 전압 신호들에 동일한 원칙이 적용되는) 전송을 판단하기 위해 수신 증폭기(905)로 공급되는 (도 9a에 Rx로 지시된) 다른 이 전압들 사이의 차이를 이용하는 하이브리드(911)에 의해 수신된다. 도 9b에 도시된 바와 같이 비활성 회선들을 이용하는 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 비활성 회선 모델 AFE(920)는 2 개의 기준 전압들 (v1, v2)을 수신하고, 다시 도 9b의 FFT 장치(921)의 출력으로서의 의사 신호를 획득하기 위해 수신 증폭기(905)로 하이브리드(921)에 의해 공급되는 차이 Rx를 사용한다. 도 9c에 도시된 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 상기 꼬임쌍은 DSL 전송, 전화 통신 등을 위해 사용될 수 있는데, 차분 전압 신호는 상기 회선에서 사용된다(여기서, CPE 장치는 모델 AFE(930)에 연결된 것으로 도시되어 있으나 반드시 그럴 필요는 없다). 상기 AFE 하이브리드(931)가 모델 AFE(930)에서 사용되기 위한 차분 전압값 Rx를 생성하는 한편, 제2 공유-모드 전압 신호 Nx는 v1 과 v2를 더하는 것에 의해 획득된다. CPE 등에서 생성될 때 v1 및 v2는 형식적으로 동일한 크기를 가지고 반대 극성을 가지는 것으로 가정하기 때문에, 이 2 개의 전압들을 더하는 것은 어떠한 신호도 생성하지 않는다. 하지만, 전송 동안 유입된 간섭은 Nx 안의 잔여 전압으로 나타날 것이고, FFT 장치(903)의 출력으로서 의사 신호를 생성하기 위해 수신 증폭기(905)로 공급될 수 있다.

[0106] 도 10은 모델들(1105)로부터의 데이터를 수집하기 위한 스위치 셀렉터(1112) 및 상기 수집된 데이터를 벡터 프로세서 칩들(1125)에 배분하기 위한 스위치 분배기(1117)를 사용하여 벡터 라우터 칩들(1110, 1115)이 6 개의 모델들(1105)(모델들의 수는 적절하게 변할 수 있다)로부터의 데이터를 4 개의 VPC들(1125)(역시, VPC들의 수도 적절하게 변할 수 있다)과 통신하는 본 발명의 실시예를 보여준다. 도 11에 도시된 바와 같이, 적합한 상호연결(1120)에 의해 VRC-L(1110)은 VRC-V(1115)에 결합되어 있다. 사용/필요/요구되는 버스 대역폭은 다음의 식에 의해 결정될 수 있다:

[0107]
$$\text{Bandwidth} = n\text{Ports} * (\text{Data_Precision}) * 2 * 4\text{kHz}$$

[0108] 여기서, "2"는 복소 계산을 가리킨다. 마지막으로 대역폭 병목 현상은 도 10에 도시된 "스트리핑(striping)"을 이용해 방지될 수 있다.

[0109] 도 11은 벡터 프로세서 장치의 대표적인 로직 구현의 일 예를 보여준다. 이 예에 있어서, 하부장치는 단일 톤을 처리할 수 있고, 도 11은 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예들에 따라 하나의 벡터 프로세서 코어에 대한 데이터 경로를 추적한다. 이 대표적인 VPU는 한 번에 하나의 DMT 톤을 처리할 수 있다. 각 모델으로부터의 IFFT/FFT 샘플들은 벡터 라우터로부터 도착하기 때문에, 상기 VPU는 이 방해자에 대해 FEXT가 제거되어야 하는 "희생자" 모델들의 목록을 결정한다. 상기 계수 테이블로부터 미리 결정된 FEXT 제거 계수들 및 희생자 주소 목록을 이용해, 이 방해자의 효과를 각 희생자 모델에 대한 부분 결과들(상기 FEXT 제거 작동의 부분 결과)로서 축적할 수 있다. 이 톤에 대하여 상기 벡터 라우터로부터 방해자 데이터 전체 세트가 수신되고 FEXT 제거가 완료된 후, 부분 결과들 테이블은 현재 DMT 톤에 대한 최종 벡터 IFFT/FFT 샘플들, 및 모델 포트들로 다시 전송하기 위해 상기 벡터 라우터로 다시 전송되는 이 벡터화된 데이터를 포함한다.

[0110] 도 12의 벡터화 데이터 통신 시스템은 하나 또는 그 이상의 비활성 회선들로부터의 의사 신호들을 포함하여, 벡터화를 위해 업스트림 DSL 사용자 데이터를 제공하는 4 개의 회선 카드들을 가지는 전용 벡터와 모듈(1430)이 도시된 DSLAM 아키텍처 실시예를 보여준다. 회선 카드들(1410)은 차대 등(1405)에 장착되고 각각의 회선 카드는 수 개의 모델 칩들(1415) 및 벡터화 인터페이스 장치(1420)를 포함한다. 각각의 인터페이스 장치(1420)는 광학 상호연결(1425)을 통해 상기 벡터화 모듈(1430)과 통신하는데, 이것은 피자 박스 또는 회선 카드일 수 있다. 각 모듈(1430)은 회선 카드들(1410) 상의 인터페이스 장치들(1420) 중의 하나에 대응하는 회선 카드 인터페이스 칩(1435)을 포함한다. 다수의 프로세싱 칩들(1440)이 사용자 데이터의 벡터 프로세싱을 위해 사용가능하다.

[0111] 도 13의 마스터 회선 카드(1510) 및 종속 회선 카드(1511)를 가지는 시스템(1500)에 도시된 바와 같이, 적절하게 작업을 벡터화하기 위해, 벡터 그룹 안의 모든 모델들(1512)은 35.328MHz 및 4kHz로 각각 도시되어 있는, ADC/DAC 샘플 클럭(1534) 및 DMT 심볼 클럭(1535) 모두에 동기화되어야 한다. 상기 DSLAM 측 모델들(1512)는 활성 DSL 회선(1514)를 통해 많은 고객 측 DS1 모델들(1513)에 연결된다. 하나 또는 하나 이상의 비활성 회선들(1515)이 또한 존재한다. 고속 샘플 클럭은 회로되단 또는 전용 케이블에 어떤 방식으로든 배치되어 있는 것으로 가정한다. 상기 VRC-L들(1518)은 상기 고속 샘플 클럭에 위상 잠금될 수 있고, 저잡음 샘플 클럭이 상기 모

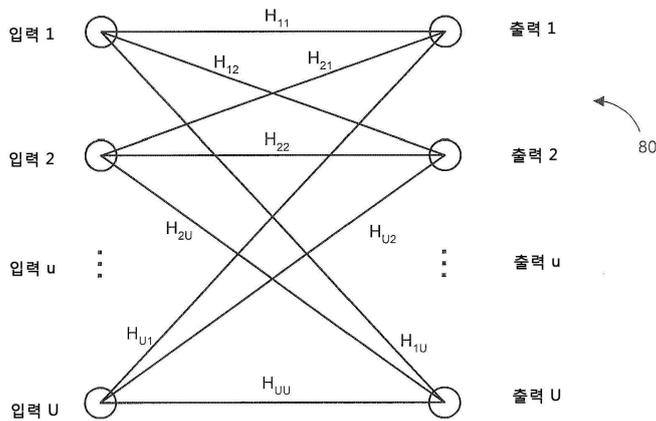
템 칩들(1517)에 재분배될 수 있다. 상기 회로되판 또는 전용 케이블에 전용 4kHz DMT 심볼 클럭을 전송하는 것을 방지하기 위해, 데이터 패킷들의 타이밍 정보를 전송하는 데에 백터화 데이터(XAUI 또는 유사한 것)를 전송하려는 고속 통신 인터페이스를 이용하는 것이 유리할 것이다. 상기 고속 인터페이스는 적당한 DMT 심볼 타이밍이 이러한 타이밍 패킷들로부터 판단될 수 있을 만큼 충분히 높은 속도에서 작동한다. (예를 들어, VDSL 프로토콜에서 순환전치 및 순환확장에 의해 만들어질 수 있는) 정확한 DMT 심볼 타이밍에 허용 오차가 있으므로, 그후에 일치하는 것으로 잔존할 것이라는 가정 하에 (즉, 고속 샘플 클럭 주기의 고정된 수에 동기화되어) 상기 VRC-L(1518)은 대략적인 심볼 타이밍만 결정할 필요가 있다.

[0112]

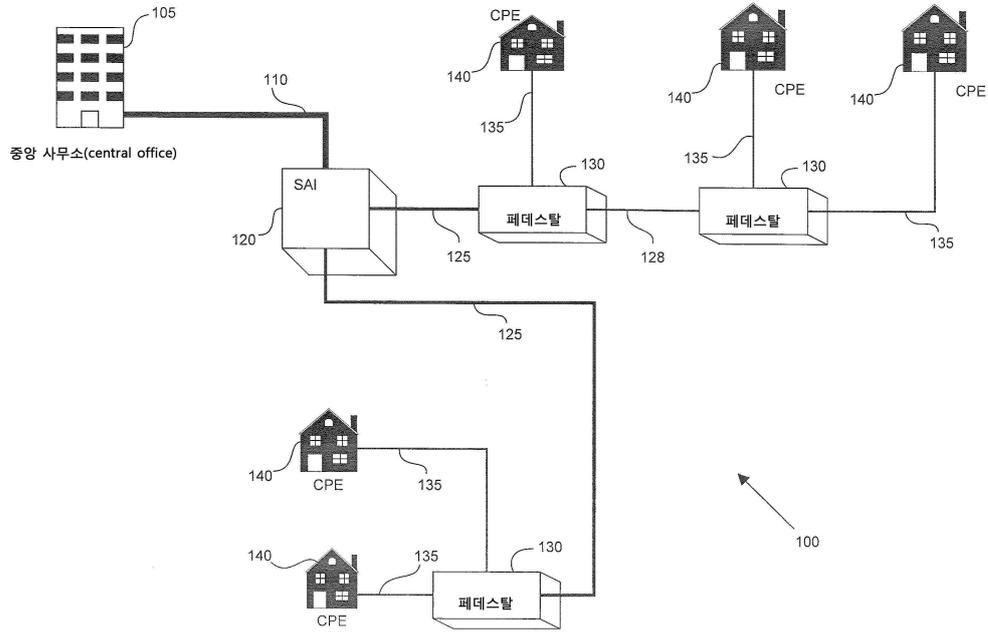
본 발명의 많은 특징들 및 장점들은 상세하나 설명으로부터 명백하고, 따라서 첨부된 청구항들은 이러한 모든 특징들 및 장점들을 커버하려는 의도이다. 나아가, 많은 변형물 및 변조물들도 당업자에 의해 용이하게 만들어질 수 있어, 본 발명은 여기서 설명되고 도시된 정확한 작동 및 구조에만 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 기술된 실시예들은 설명을 위한 것이고 이에 한정되는 것은 아니고, 본 발명은 여기에 주어진 상세한 설명에만 한정되는 것은 아니고 이하의 청구항들, 및 현재 또는 미래에 예측할 수 있는 모든 그들의 등가물들에 의해 정의되는 것이다.

도면

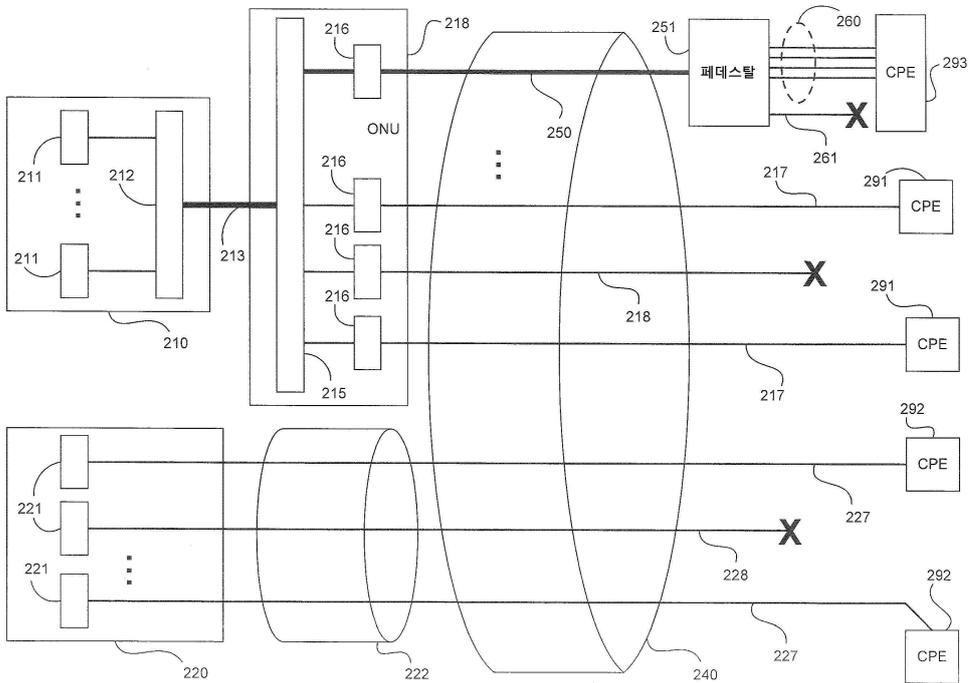
도면1



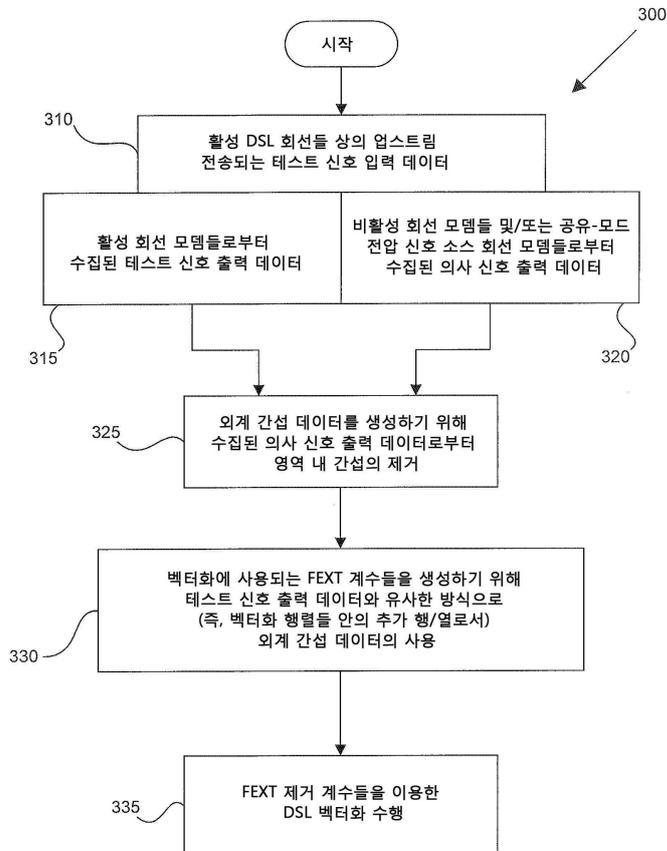
도면2a



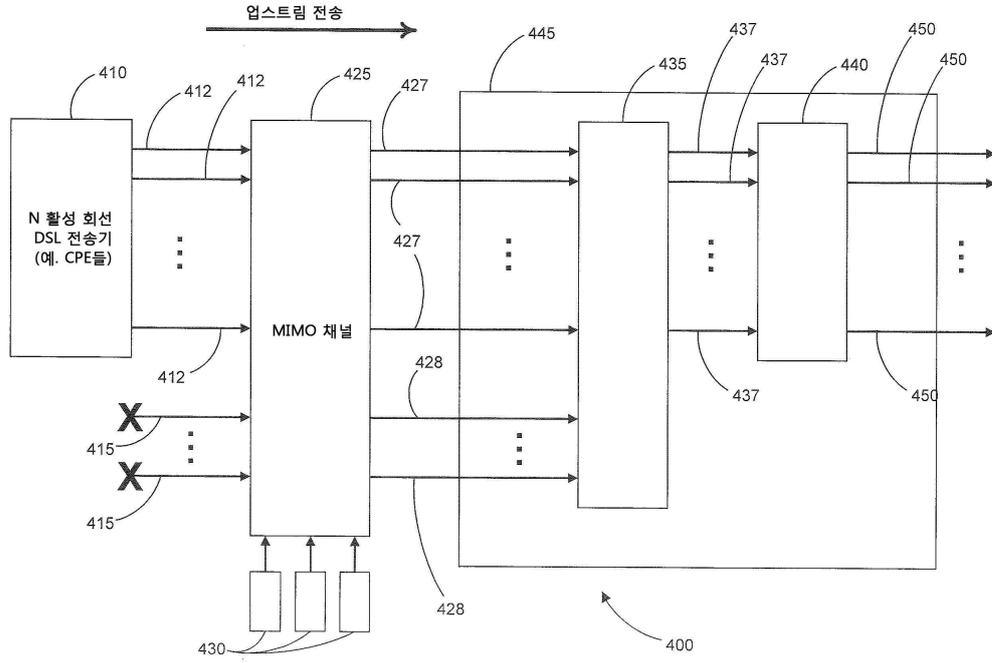
도면2b



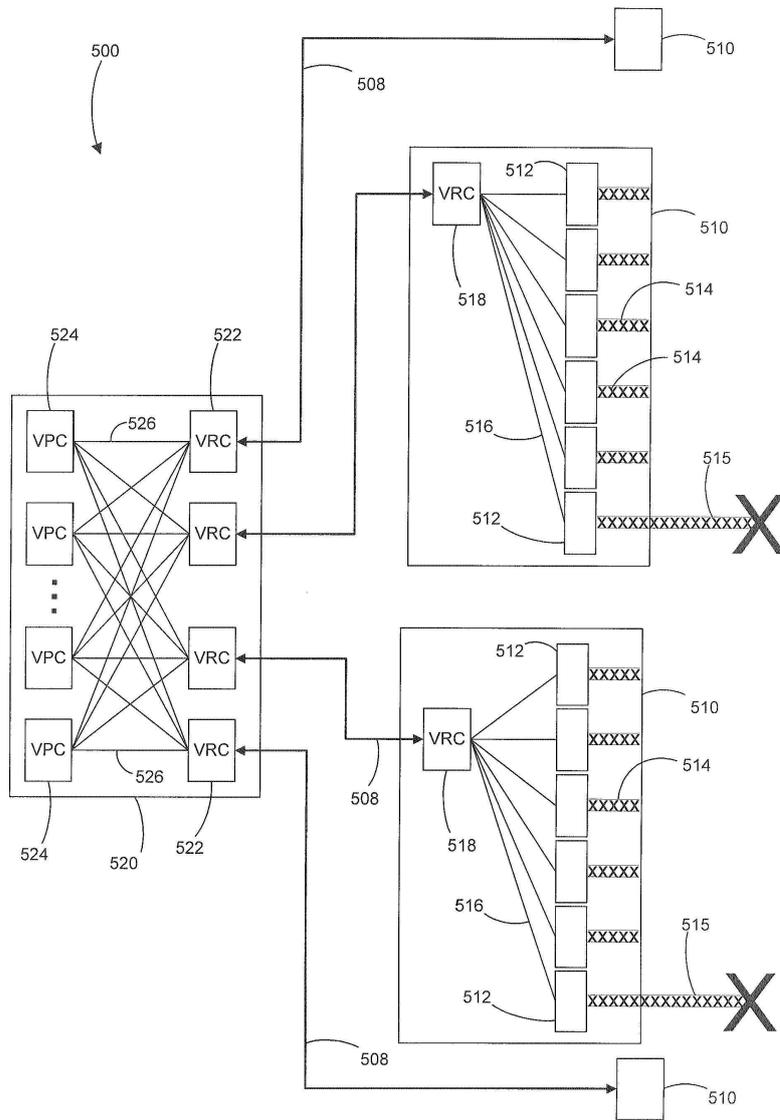
도면3



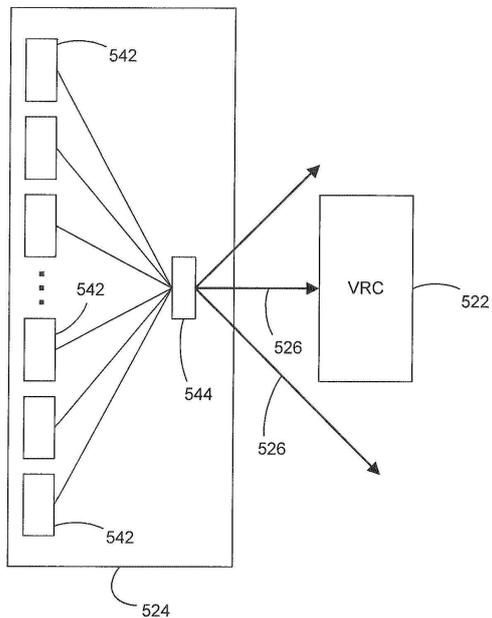
도면4



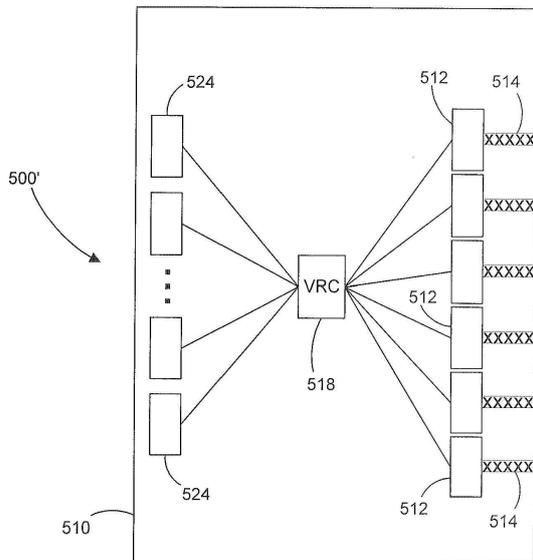
도면5



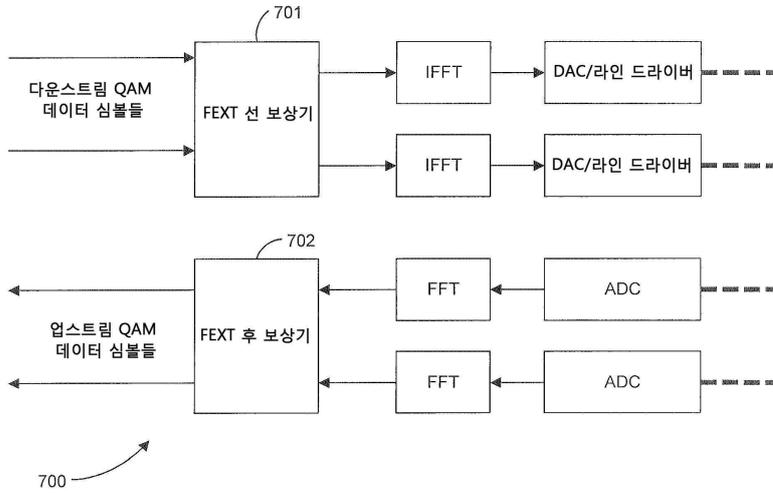
도면6a



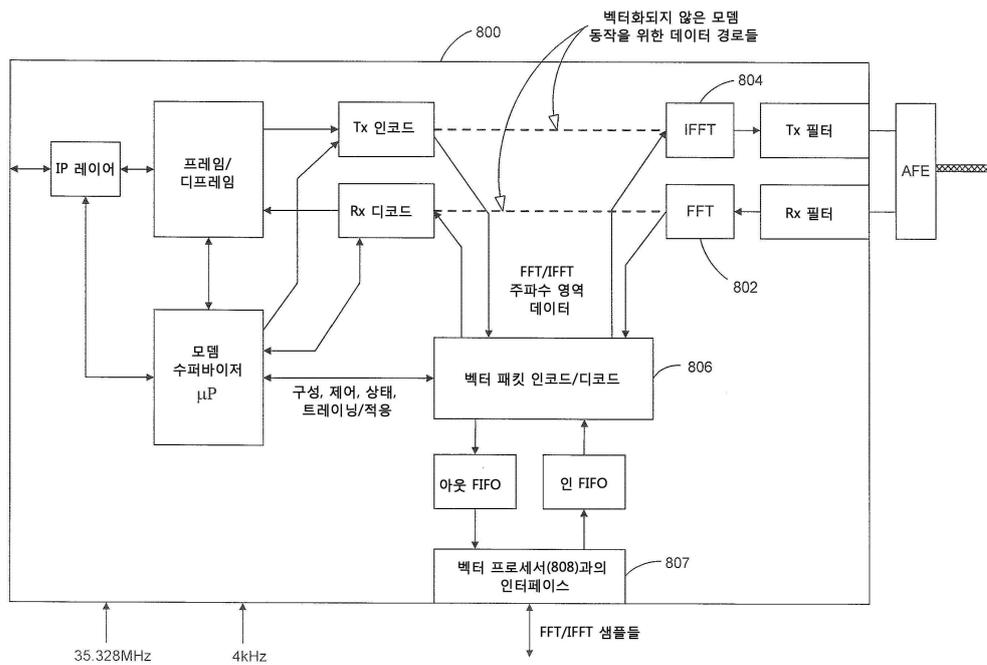
도면6b



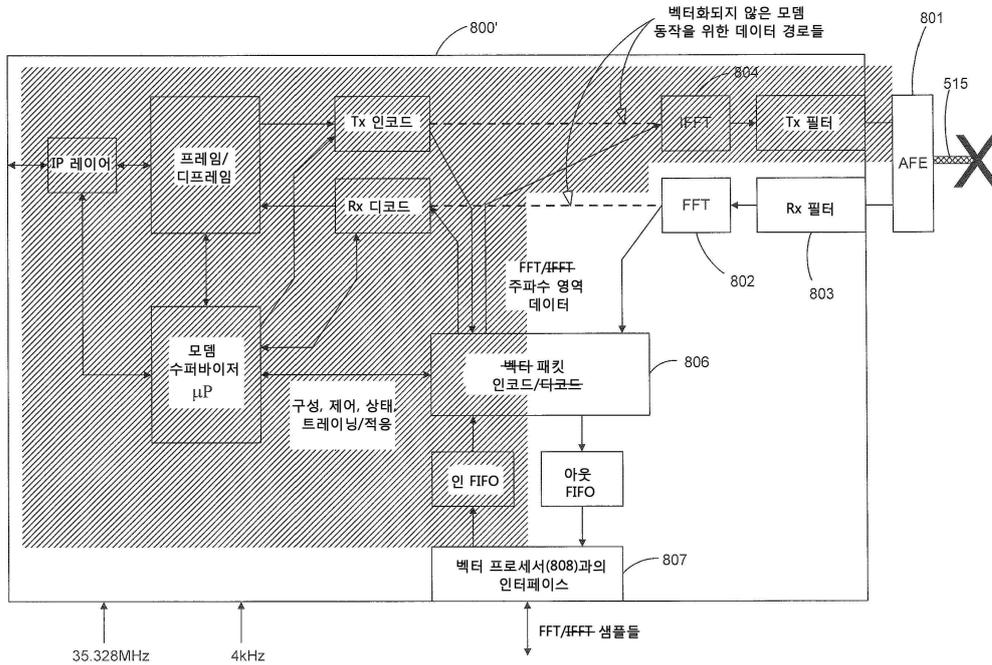
도면7



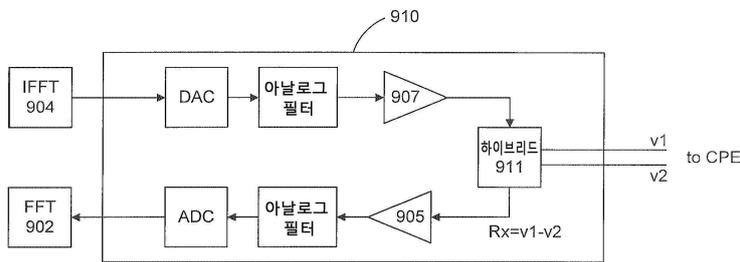
도면8a



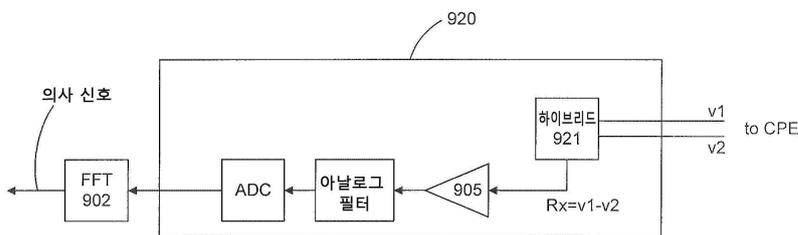
도면8b



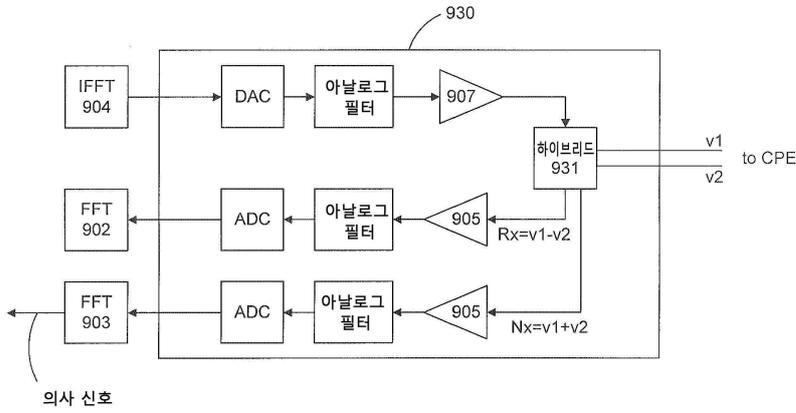
도면9a



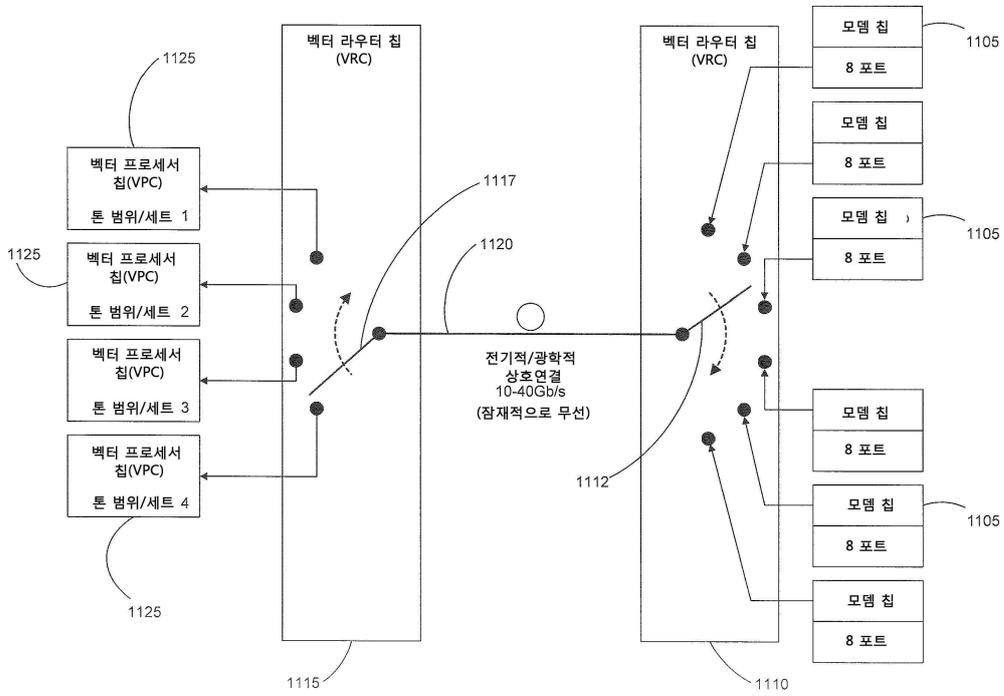
도면9b



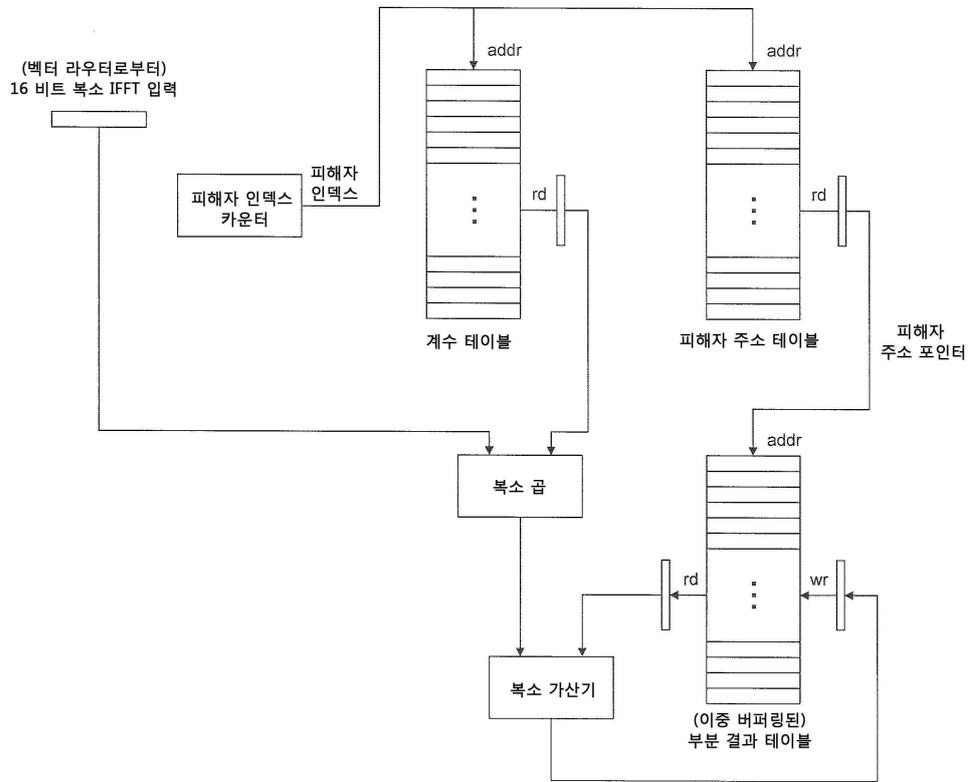
도면9c



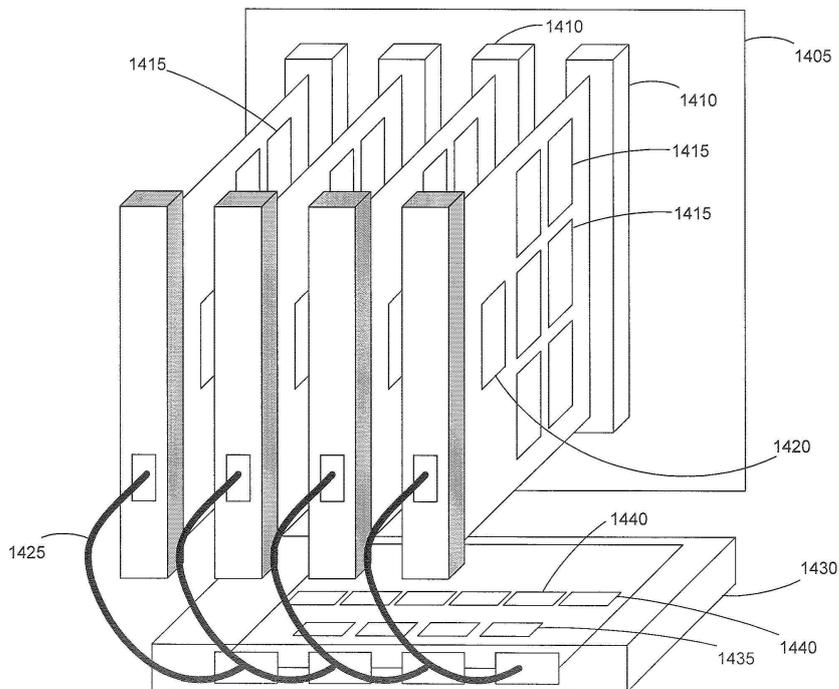
도면10



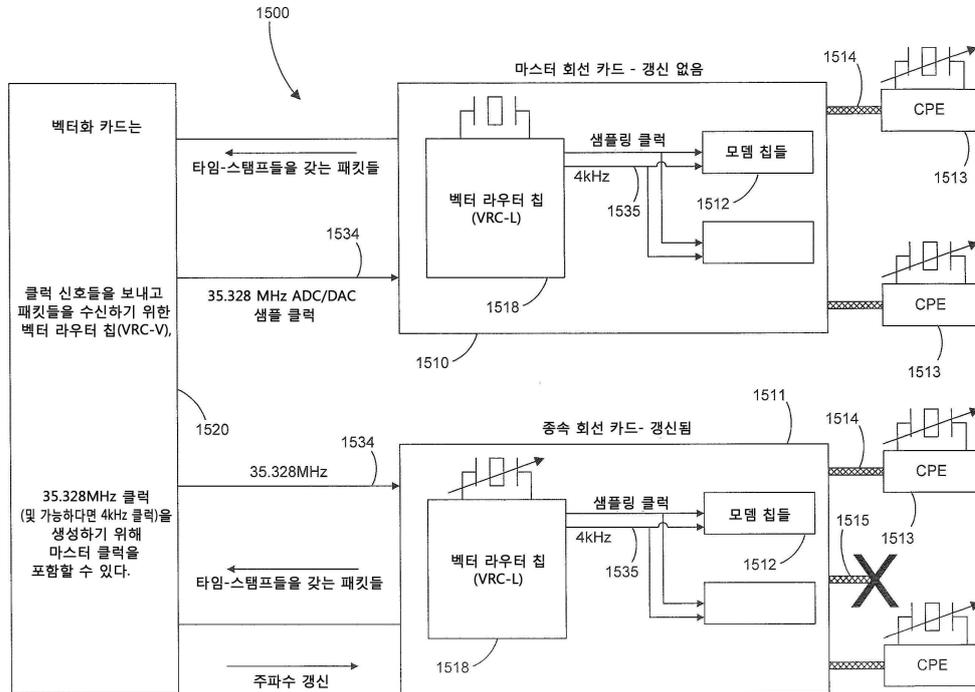
도면11



도면12



도면13



도면14

하부필드 명칭	하부필드 길이 (bits)	변수 설명	필드길이 (bits)	필드명칭
패킷 내 포트들	16	패킷 안에 포함된 포트들의 16 비트 맵 LSB= 포트 0	16	패킷 내 포트들
수퍼프레임 인덱스	15	1024까지의 파일럿 시퀀스 길이를 허용한다. 인덱스는 파일럿 심볼 시퀀스의 시작시 0으로 리셋된다.	24	인덱스
심볼 인덱스	9	0:255= 데이터 프레임들, 256= 싱크 프레임, 257-511 정의되지 않음		
밴드 시작빈 인덱스	16	밴드의 첫번째 톤	32	빈 범위
밴드 끝빈 인덱스	16	밴드의 마지막 톤		
포트 0 데이터	2*b	b= 설정된 FFT/IFFT 데이터 정확도, 포트 0 처음	2*N*b	시작 빈 페이로드
포트 1 데이터	2*b			
...	...			
포트 N-1 데이터	2*b			
포트 0 데이터	2*b	b= 설정된 FFT/IFFT 데이터 정확도	2*N*b	시작 빈 + 1페이로드
포트 1 데이터	2*b			
...	...			
포트 N-1 데이터	2*b			
...
포트 0 데이터	2*b	b= 설정된 FFT/IFFT 데이터 정확도	2*N*b	끝빈 페이로드
포트 1 데이터	2*b			
...	...			
포트 N-1 데이터	2*b			
CRC	16	써데스 프로토콜에 포함되면 불필요. 전체 페이로드를 16비트 배수로 만들기 위해 패드할 수 있음	16	CRC